



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA NAVE
INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

Miguel Ángel Blanco Galbarra

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 17/1/2013

ÍNDICE

1.1 OBJETO

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE

1.2.1 DIMENSIONES

1.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

1.3 NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN

1.4 BASES DEL DISEÑO

1.5 PREVISIÓN DE CARGAS

1.6 ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

1.7 INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

1.8 ALUMBRADO

1.8.1 INTRODUCCIÓN

1.8.2 ALUMBRADO INTERIOR

1.8.3 ALUMBRADO EXTERIOR

1.8.4 ALUMBRADO EMERGENCIA

1.9 CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

1.9.1 INTRODUCCIÓN

1.9.2 FACTORES PARA EL CÁLCULO DE CABLES

1.9.3 PRESCRIPCIONES GENERALES

1.9.3.1 CONDUCTORES ACTIVOS

1.9.3.2 CONDUCTORES NEUTRO

1.9.3.3 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

1.9.4 SOLUCIÓN

1.9.5 SISTEMAS DE CANALIZACIÓN

1.9.6 RECEPTORES

1.9.6.1 RECEPTORES PARA ALUMBRADO

1.9.6.2 RECEPTORES A MOTOR

1.10 PROTECCIONES BAJA TENSIÓN

1.10.1 PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.10.1.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

1.10.1.2 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

- 1.10.2 PROTECCIÓN DE PERSONAS
 - 1.10.2.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS
 - 1.10.2.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS
- 1.10.3 SOLUCIONES ADOPTADAS

1.11 PUESTA A TIERRA

- 1.11.1 INTRODUCCIÓN
- 1.11.2 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA
- 1.11.3 PARTES DE LA PUESTA A TIERRA
- 1.11.4 ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA
- 1.11.5 SOLUCIÓN

1.12 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

- 1.12.1 INTRODUCCIÓN
- 1.12.2 VENTAJAS DE UN ELEVADO FACTOR DE POTENCIA
- 1.12.3 MÉTODOS PARA MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA
 - 1.12.3.1 MÉTODOS DIRECTOS
 - 1.12.3.2 MÉTODOS INDIRECTOS
 - 1.12.3.3 ELECCIÓN DEL MÉTODO DE COMPENSACIÓN
- 1.12.4 CLASIFICACIÓN Y ELECCIÓN DE LA COMPENSACIÓN
 - 1.12.4.1 CLASIFICACIÓN POR LA SITUACIÓN DE LA COMPENSACIÓN
 - 1.12.4.2 ELECCIÓN DE LA SITUACIÓN PARA LA COMPENSACIÓN
 - 1.12.4.3 CLASIFICACIÓN POR TIPO DE CONDENSADOR
 - 1.12.4.4 ELECCIÓN DEL TIPO DE COMPENSACIÓN
- 1.12.5 SOLUCIÓN

1.13 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

- 1.13.1 CARACTERÍSTICAS DEL C.T.
- 1.13.2 PUESTA A TIERRA
- 1.13.3 INSTALACIÓN AUXILIAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.14 GRUPO ELECTRÓGENO

1.15 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

1.1 OBJETO

El proyecto tratará sobre la instalación eléctrica, comprendiendo el Centro de Transformación y la parte de Baja Tensión de una nave industrial con cámaras frigoríficas.

La nave se encuentra situada en el Polígono Industrial del Collet, Parcela 4, en Benicarló, Castellón.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE

1.2.1 DIMENSIONES

Las dimensiones de la nave son:

Longitud	50.31 m
Anchura	47.3 m
Altura	5.7 m

La superficie de cada local es:

Zona	Superficie interior(m²)
Almacén	1727.47
Sala grupo electrógeno	24.43
Pasillo	39.71
Servicios	41.57
Cocina	35.77
Sala reuniones	66.28
Oficina 1	67.55
Oficina 2	67.55
Oficina 3	67.55
Hall	76.14
Cámara congelación	87.32
Cámara manipulación	41.51
Cámara frigorífica	36.81
Carga/descarga(exterior)	473

TOTAL	2379.66
-------	---------

El proyecto comprenderá el cálculo y elección del material para el centro de transformación y la nave, incluyendo las líneas de alumbrado y fuerza, cumpliendo todas las normas establecidas por la legislación vigente.

1.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

En nuestra nave industrial se realizarán las siguientes actividades:

- Zona de cámara de congelación y frío: se almacenarán los productos frescos (+2 °C) y congelados (-20 °C) en palets de tamaño estándar (1,2 x 0,8 m).
- Zona de manipulación: en la cámara de frío se tratarán los productos según se requiera a una temperatura de +10°C.
- Zona de carga y descarga: en esta zona los vehículos cargarán y descargarán los productos que posteriormente serán distribuidos.
- Zona de oficinas y sala de reuniones: se desarrollará la parte administrativa.
- Zona de cocina de pruebas: se cocinarán muestras de los nuevos productos para valorarlos.
- Zona de servicios: donde los trabajadores podrán asearse y realizar sus necesidades.
- Zona exterior: estará iluminada por razones de seguridad y control.
- Zona de pasillo, hall: donde los trabajadores circularán.
- Zona del almacén: se realizarán las diversas tareas con las máquinas distribuidas en él.

En el almacén tendremos 12 conjuntos de rodillos para transportar los alimentos, 3 envasadoras al vacío, 3 encartonadoras y 3 etiquetadoras.

Y en las cámaras frigoríficas tenemos 2 unidades compactas (compresor y condensador), 4 evaporadores con sus resistencias de descarga, que mantendrán la temperatura necesaria para la buena conservación de los alimentos.

Aquí tenemos los consumos de energía nominales que producen todos los receptores anteriormente citados:

Receptores	Nº	S a instalar (VA)
Compresor cong	1	14720
Condensador cong	1	3300
Compresor frig y manip	1	6100
Condensador frig y manip	1	660
Evaporadores cong	2	1500
Evaporador frig	1	500
Evaporador manip	1	500
R descarge evap cong	2	15000
R descarge evap frig	1	5040
R descarge evap manip	1	5040
Rodillos(a)	6	2500
Rodillos(b,c,d)	3	5625
Envasadora al vacío	3	2920
Etiquetadora	3	2000
Encartonadora	3	8000

1.3 NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real decreto 824/2002, 2 de agosto)
- Instrucciones Técnicas Complementarias ITC BT 01 a 51.
- Normas UNE
- Normas particulares de la compañía suministradora de energía, IBERDROLA.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación

1.4 BASES DEL DISEÑO

A través de la red de distribución en Media Tensión, alimentaremos en Baja Tensión la nave a través de un centro de transformación.

Pondremos un transformador de aceite de 250 kVA 13.2/20 kV //400 V, y llevará hasta la nave una corriente de la siguiente naturaleza:

- Alterna trifásica
- Frecuencia 50 Hz

- Tensión entre fases 400 V
- Tensión entre fase y neutro 230 V

El grupo electrógeno alimentará al equipo de frío y el alumbrado de emergencia cuando se realicen labores de mantenimiento y reparaciones en el transformador.

1.5 PREVISIÓN DE CARGAS

Se resume en la siguiente tabla con las potencias de cálculo:

Receptores	S cálculo (VA)
Equipo cámaras	78440
Máquinas almacén	50950
Alumbrado interior	30905,4
Alumbrado exterior	2494,8
Alum emergencia	1774.8
Tomas Corriente	23190
Centro Transformación	3746

S cálculo total	189953
-----------------	--------

Separaremos la instalación completa en:

SUBCUADRO 1:	Frio	78440
	Alum emerg	1774.8

Total	80214.8
--------------	----------------

SUBCUADRO 2:	Maqs almacén	50950
---------------------	--------------	-------

Total	50950
--------------	--------------

SUBCUADRO 3:	Alumb int	30905,4
	Alumb ext	2494,8
	TC	23190

Total	56590,2
--------------	----------------

C. AUXILIAR:	CT	3746
---------------------	----	------

Total	3746
--------------	-------------

1.6 ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Según la ITC 08 del REBT 2002, existen tres tipos de esquemas de distribución:

- Esquema TN:

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito.

- Esquema TT:

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación. En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

- Esquema IT:

El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra, sino que se conectan a través de una impedancia. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra.

En estos tipos de esquema, la intensidad resultante de un primer defecto fase masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

Para nuestro caso, el reglamento nos permite cualquiera de los esquemas, dado que es una instalación en baja tensión, a partir de un centro de transformación de abonado.

El sistema de distribución elegido es el TT

1.7 INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

La instalación estará alimentada por un transformador propio de 250KVA, que cubre el 125 % del consumo calculado para toda la instalación.

La instalación de baja tensión comienza en el Cuadro General de Baja Tensión instalado en el propio Centro de Transformación, desde el cual llevamos la acometida subterránea hasta el Cuadro General de Distribución. Desde éste discurrirán las diferentes líneas hasta los subcuadros, el cuadro auxiliar del CT y la batería de condensadores que nos evitará consumir demasiada energía reactiva.

Cuadro General de Distribución:

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable.

Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante.

Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.

El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones. Los dispositivos generales de mando y protección según ICT-BT-17 serán, como mínimo:

Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.

Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24.

Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupos de circuito, se podrá prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos.

Dispondrá de un interruptor general de protección, del tipo magnetotérmico y tetrapolar.

Estará normalizado y contendrá en su interior todos los dispositivos de mando y protección de cada cuadro secundario o línea. Estos dispositivos estarán formados por interruptores automáticos de disparo electromagnético por cortocircuito y retardo térmico por sobrecarga, así como protecciones diferenciales.

Sus dimensiones serán tales que exista una reserva de espacio suficiente para futuras ampliaciones o reformas.

En nuestro caso hemos previsto un 25% más de espacio total.

Los diferentes circuitos estarán señalizados con etiquetas en el frente de los paneles para identificarlos. Todos los aparatos llevarán una placa de identidad con el nombre del fabricante o instalador, así como la fecha de su fabricación.

Subcuadros:

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas afecten solamente a ciertas partes de la instalación, para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan, cumpliendo de este modo con la ICT-BT-19 del RBT.

Por otra parte, y para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que formen parte de la instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares, alcanzo con ello el máximo equilibrio de cargas posible en la instalación.

Los diferentes cuadros secundarios se dispondrán cerca de los puntos de consumo a los que abastecen.

Todos los cuadros estarán normalizados y contendrán en su interior interruptores automáticos de disparo electromagnético por cortocircuito y retardo térmico por sobrecarga, así como protecciones diferenciales.

Las dimensiones de los cuadros serán tales que exista una reserva de espacio suficiente para futuras ampliaciones o reformas.

En nuestro caso hemos previsto un 25% más de espacio total.

Los circuitos de los cuadros estarán señalizados con etiquetas en el frente de los paneles para identificarlos. Todos los aparatos llevarán una placa de identidad con el nombre del fabricante o instalador, así como la fecha de su fabricación.

Para todos los cuadros hemos seleccionado los Cofrets siguientes:

Nombre Cuadro	Referencia	nº módulos	Unidades
Pragma 18	PRA10264	72	2
Pragma 18	PRA10263	54	1
Mini Pragma Superficie	MIP10118	18	1
Mini Pragma Superficie	MIP10112	12	2
Mini Pragma Superficie	MIP10108	8	1

Puerta transparente(72)	PRA15418	-	2
Puerta transparente(54)	PRA15318	-	1

Donde los cuadros Pragma 18 corresponden con el CGBT y el CGD, y los Mini Pragma con el resto de subcuadros, cuadro auxiliar y cuadro del grupo electrógeno.

1.8 ALUMBRADO

1.8.1 INTRODUCCIÓN

El objeto de todo alumbrado artificial, es complementar la luz natural o en su defecto reemplazarla, para que se pueda continuar con la actividad a realizar, durante las horas donde la luz diurna es insuficiente o inexistente.

Una buena iluminación hace que la realización de las tareas visuales se haga con una máxima de velocidad, exactitud, facilidad y comodidad y con un mínimo de esfuerzo y de fatiga.

Se trata de dotar de la iluminación adecuada a espacios cubiertos donde se desarrollen actividades laborales, docentes, deportivas y recreativas.

En el caso del alumbrado industrial, la iluminación es un factor de productividad y rendimiento, además de aumentar la seguridad laboral. Por ello se busca siempre el mayor número de lúmenes por vatio y el máximo rendimiento de color podremos encontrar fuentes de luz apropiadas para cualquier situación que se nos plantee.

Las cualidades principales del alumbrado que deben considerarse al proyectar una instalación son:

- La intensidad de iluminación: suministrar una cantidad de luz suficiente para crear unas buenas condiciones de visibilidad.
- La distribución espacial de la luz, que comprende la combinación de la luz difusa y luz dirigida, el ángulo de incidencia, la distribución de las luminarias, la medida de la homogeneidad y el grado de deslumbramiento.
- Utilización de fuentes luminosas que aseguren, para cada caso una satisfactoria distribución de los colores.
- Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada caso particular: una buena elección de la fuente de luz y de su armadura

1.8.2 ALUMBRADO INTERIOR

El alumbrado interior será calculado con la ayuda del programa DIALux 4.10.

Deberemos considerar los siguientes aspectos:

- Tipos de lámparas
- Iluminancia media(E_m)
- Coeficientes de reflexión (ρ) de techo, paredes y suelo
- Dimensiones del local y altura del plano de trabajo
- Coeficiente de utilización(η) y factor de mantenimiento(f_m)
- Valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI)
- Índice de deslumbramiento (UGR)
- La uniformidad media.

Los valores de los parámetros anteriores vienen en el apartado de cálculos.
Los detalles de los cálculos vienen en los archivos del programa, adjuntados más adelante.

Aquí hay una tabla que resume el alumbrado interior:

Local	Nº Piezas	Designación	P total [W]
Almacén	75	Philips TMW076 2xTL5-49W HFP	18750
Pasillo	17	Philips TMS011 1xTL-D18W HFE	306
Servicios (zona lavabos)	15	Philips TMS022 1xTL-D18W HFS	270
Servicios (zona WCs)	6	Philips TMS022 1xTL-D30W HFS	180
Cocina	9	Philips TMS022 1xTL-D18W HFS	162
Sala reuniones	25	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS	900
Oficina 1	25	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS	900
Oficina 2	25	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS	900
Oficina 3	25	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS	900
Hall	11	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS	396
Cámara congelación	20	Philips TMS022 1xTL-D36W HFS	720
Cámara manipulación	11	Philips TMS022 1xTL-D36W HFS	396
Cámara frigorífica	9	Philips TMS022 1xTL-D36W HFS	324
Escaleras	5	Philips TMS022 1xTL-D15W HFS	75
Escaleras	3	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS	108
Sala G.E y batería	6	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS	216

Todas las lámparas elegidas son lámparas de descarga, excepto las del almacén, son de LEDs.

Las lámparas seleccionadas para las cámaras frigoríficas están protegidas contra la caída vertical de agua, como se indica en la ITC-BT 30.

1.8.3 ALUMBRADO EXTERIOR

De igual manera que hemos calculado el alumbrado para el interior de la nave, creamos una escena exterior, y hemos obtenido los siguientes resultados:

Local	Nº Piezas	Designación	P total [W]
Zona Carga / Descarga	22	Philips SGP681 GB 1xCDO-TT70W CR P1	1540

Las lámparas elegidas son lámparas de descarga, con una potencia de 70 W cada una.

1.8.4 ALUMBRADO EMERGENCIA

Las instalaciones de alumbrado de emergencia como nos indica el reglamento electrotécnico de baja tensión en su instrucción ITC-BT-28, tienen por objeto asegurar, aun faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y el acceso hasta las salidas, para una eventual evacuación de público. Se distinguen tres tipos de alumbrado especial: de seguridad, de señalización o evacuación y de reemplazamiento.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo.

Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especiales, estos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

Alumbrado de seguridad

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tiene que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produzca un fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

Alumbrado de evacuación

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40lux.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Alumbrado ambiente o anti-pánico

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio será menor de 40lux.

El alumbrado ambiente deberá poder funcionar, cuando se produzca al fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezca con público.

El alumbrado de seguridad deberá ir situado en las siguientes zonas, según indica el

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión:

- a) Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
 - b) Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para evacuación de más de 100 personas.
 - c) Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos, las escaleras de incendios y cerca de cada puesto de primeros auxilios.
 - d) Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
 - e) Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
 - f) Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
 - g) Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.
 - h) En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
 - i) En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
 - j) En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación y sus intersecciones.
- En las zonas donde se sitúen los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado se proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.

Alumbrado de replazamiento

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales. Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

Resumen del alumbrado de emergencia en la siguiente tabla:

Local	Nreal	Distribución	Nombre lámpara	P (W)	P total (W)
Almacén	7	Distribuidas	F03-600	120	840
Almacén	6	Cuadros y puertas	DUNNA D30	4	24
Pasillo	3	Puertas	DUNNA D30	4	12
Servicios (zona lavabos)	1	Pared y puerta	URA21	6	6
Servicios (zona WCs)	----	----	----	----	----
Cocina	1	Puerta	URA21	6	6
Sala reuniones	2	Pared y puerta	URA21	6	12
Oficina 1	2	Pared y puerta	URA21	6	12

Oficina 2	2	Pared y puerta	URA21	6	12
Oficina 3	2	Pared y puerta	URA21	6	12
Hall	2	Pared y puerta	URA21	6	12
Cámara congelación	2	Pared y puerta	URA21	6	12
Cámara manipulación	1	Puerta	URA21	6	6
Cámara frigorífica	1	Puerta	URA21	6	6
Escaleras	2	Pared	DUNNA D30	4	8
Sala G.E y batería	1	Puerta	URA21	6	6

1.9 CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

1.9.1 INTRODUCCIÓN

Para el cálculo de las secciones de los conductores debemos tener en cuenta los esfuerzos térmicos y las caídas de tensión.

Nuestro cálculo de cableado va desde el punto de conexión con el transformador hasta los receptores.

Emplearemos por lo tanto corriente alterna trifásica 400 / 230 V, marcados en el R.E.B.T. 2002.

Los conductores de corriente eléctrica deben calcularse de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro.

Sea cual sea el valor de la sección del cableado, para cualquier línea, compraremos un 10% más de metros de cable, por posibles curvaturas a la hora de colocar del cable.

Debemos tener en cuenta que los conductores que transcurran por las cámaras frigoríficas deberán tener una tensión asignada de 450/750 V y discurrirán por el interior de tubos, como se indica en la ITC-BT 30, por ser locales húmedos.

1.9.2 FACTORES PARA EL CÁLCULO DE CABLES

Para el cálculo de las secciones de los conductores, utilizaremos el criterio térmico y el criterio de la caída de tensión. De cada uno obtendremos una sección, y se elegirá la mayor de las dos.

CRITERIO TÉRMICO:

Con la corriente calculada que va a circular por un conductor, elegimos en la tabla de la ITC- BT 19 la intensidad admisible, la cual debe ser la más próxima por encima del valor de la intensidad calculada. A dicho valor de intensidad admisible, le corresponde una sección determinada.

CRITERIO CAÍDA DE TENSION:

Se basa en la caída de tensión que tenemos entre el punto de suministro y el último receptor de la línea. Según la ITC- BT 19, para nuestro caso tendremos una caída de tensión máxima permitida de 4,5% para el circuito de alumbrado, y 6,5% para los demás usos (motores y tomas de corriente).

1.9.3 PRESCRIPCIONES GENERALES

1.9.3.1 CONDUCTORES ACTIVOS

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna.

La sección de los conductores será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 6,5 % para los demás usos.

Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para una temperatura ambiente del aire de 40° C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable, están señaladas la tabla 19.2 de la instrucción ITC BT 19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.9.3.2 CONDUCTORES NEUTRO

En la instrucción ITC-BT 07, se establecen las secciones mínimas del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase, para Redes Subterráneas en Baja Tensión.

Los cables podrán ser de uno o más conductores y de tensión no inferior a 0,6/1 kV. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 6 mm² para conductores de cobre y a 16 mm² para los de aluminio.

En lo que afecta al presente proyecto, en las líneas a dos (fase y neutro) o tres conductores, el conductor neutro tendrá una sección igual a la del conductor de fase. En las distribuciones a 4 hilos (tres fases y neutro), se establece con la tabla 7.1 de la ITCBT

07 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

Conductores Fase (mm²)	Sección Neutro (mm²)
6(Cu)	6
10(Cu)	10
16(Cu)	10
16(Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

En lo referente a la ITC-BT-19 indica que en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

1.9.3.3 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

A partir de la sección de los conductores de fase se coloca los cables de protección. Si los conductores de protección están constituidos del mismo metal que los conductores de fase, tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación.

Secciones de los conductores de fase (mm²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm²)
$S \leq 16$	S

$16 < S \leq 35$ $S > 35$	16 $S/2$
<ul style="list-style-type: none"> - Con un mínimo de 2.5 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica. - Con un mínimo de 4 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica. 	

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 mm^2 , se puede admitir para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16 mm^2 .

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, por piezas de conexión de apriete por rosca o por medio de uniones soldadas sin el empleo de ácido.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases.

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a $1000 \times U$ ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250000 ohmios.

La rigidez dieléctrica de una instalación, será tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 V .

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

Las conexiones en ningún caso se realizarán por medio de simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá de realizarse siempre utilizando bornes de conexión o regletas de conexión. Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres.

1.9.4 SOLUCIÓN

Para la mayoría de los receptores de alumbrado y fuerza hemos utilizado conductores multipolares de cobre con aislamiento de XLPE, y una tensión de aislamiento 0.6/1 kV (en la tabla: RV-K).

Igualmente hemos hecho con las líneas del circuito auxiliar del centro de transformación.

Pero como las cámaras frigoríficas son locales húmedos, para las líneas que transcurrían por dentro de éstas, hemos utilizado conductores unipolares de cobre con aislamiento 450/750 V de PVC (en la tabla: GENLIS-F H07V-R).

Para las líneas que tienen mayor sección que 16 mm² no se suelen usar conductores multipolares, porque los radios para realizar las curvas serían enormes.

Por este motivo para las líneas a subcuadros hemos utilizado conductores de cobre unipolares con aislamiento de XLPE, y una tensión de aislamiento 0.6/1 kV (en la tabla: ENERGY RV-K FOC).

Igualmente hemos elegido este último tipo de cable para el grupo electrógeno y la batería de condensadores.

Para la acometida hemos tomado un cable de aluminio unipolar con aislamiento de XLPE y una tensión de aislamiento de 0.6/1 kV, señalado en la tabla como HARMOHNY XZ1 (S).

Estos son los cables seleccionados para toda la instalación:

Nombre cable	Referencia	Sección	D(mm)	metros
GENLIS-F H07V-R	1174112	25	8,6	132
GENLIS-F H07V-R	1174111	16	7	253
GENLIS-F H07V-R	1174107	2,5	3,5	236,5
GENLIS-F H07V-R	1174106	1,5	2,9	1043,9
RV-K	AZ-MR-NG-NG-AM/VD	5x4	14,2	37,4

RV-K	AZ-MR-NG-NG-AM/VD	5x1,5	11,6	238,7
RV-K	AZ-NG-AM/VD	3x6	13,2	482,9
RV-K	AZ-NG-AM/VD	3x2,5	10,8	25,3
RV-K	AZ-NG-AM/VD	3x1,5	10,1	1711,6
HARMOHNY XZ1 (S)	1690119	185	21,4	2,2
ENERGY RV-K FOC	1994119	185	23,3	96,8
ENERGY RV-K FOC	1994116	95	17,4	211,2
ENERGY RV-K FOC	1994114	50	13,5	52,8
ENERGY RV-K FOC	1994113	35	11,9	349,8
ENERGY RV-K FOC	1994112	25	10,8	250,8
ENERGY RV-K FOC	1994111	16	9,2	193,6
ENERGY RV-K FOC	1994107	2,5	6,1	4,4
RV-K	AZ-NG	2x2,5	10,3	2,2
RV-K	AZ-NG	2x1,5	9	5,5

1.9.5 SISTEMAS DE CANALIZACIÓN

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- a) La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas señalados en la Instrucción ITC-BT-24, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.
- b) Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta:
 - La elevación de la temperatura, debida a la proximidad con una conducción de fluido caliente.
 - La condensación
 - La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar su evacuación
 - La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo
 - La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable
 - La intervención por mantenimiento o avería en una de las canalizaciones puede realizarse sin dañar al resto

Accesibilidad:

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Estas posibilidades no deben ser limitadas por el montaje de equipos en las envolventes o en los compartimentos.

Identificación:

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc. Por otra parte, el conductor neutro o compensador, cuando exista, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Las canalizaciones pueden considerarse suficientemente diferenciadas unas de otras, bien por la naturaleza o por el tipo de los conductores que la componen, o bien por sus dimensiones o por su trazado. Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plano de la instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales de aviso indelebles y legibles.

Tanto para bandeja perforada como para tubos, compraremos un 10% más de longitud, teniendo en cuenta las curvas o variaciones en el recorrido que podamos encontrar a la hora de instalar y fijar estas canalizaciones.

En la zona de oficinas tendremos falso techo.

Para llevar las líneas a subcuadros, las líneas de alumbrado, y de fuerza con la excepción de las líneas de las máquinas de la zona central del almacén, hemos utilizado tubo y bandeja a 5 metros sobre el nivel del suelo.

Para estas líneas mencionadas, utilizaremos como canalización una bandeja perforada situada bajo el suelo, con un falso suelo que llevará los cables hasta el subcuadro 2.

Aquí mostramos una tabla resumen con las bandejas elegidas:

Nombre	Referencia	Ancho(mm)	Alto(mm)	Largo(m)	Cantidad
Bandeja perforada U23X	66090	75	60	3	35
Bandeja perforada U23X	66220	200	100	3	29
Tapa U23X	66072	75	-	3	35
Tapa U23X	66202	200	-	3	29
Esquina perforada U23X	66236	200	100	-	7
Soporte horizontal U23X	66103	75	60	-	77
Soporte horizontal U23X	66203	200	100	-	63

Ahora una tabla con los tubos elegidos:

Nombre	Referencia	Diámetro(mm)	Longitud(m)
Tubo flexible PVC	HT2016	16	295

Tubo flexible PVC	HT2520	20	144
Tubo flexible PVC	HT3226	32	109
Tubo flexible PVC	HT4034	40	10
Tubo flexible PVC	HT7554	75	0
Abrazadera metálica	AF 01 006	16	0
Abrazadera metálica	AF 01 008	20	0
Abrazadera metálica	AF 01 013	32	0
Abrazadera metálica	AF 01 015	40	0
Abrazadera metálica	AF 01 020	75	0

1.9.5 RECEPTORES

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase del local, emplazamiento, utilización, etc.), teniendo en cuenta los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación, necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos. Soportarán la influencia de los agentes externos a que estén sometidos en servicio, por ejemplo, polvo, humedad, gases y vapores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.

1.9.5.1 RECEPTORES PARA ALUMBRADO

Según la ITC-BT 44, las lámparas de descarga deberán cumplir una serie de condiciones:

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de Clase II o Clase III, deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito. Se entiende como accesibles aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la ITC-BT-24.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9, y no se admitirá compensación en conjunto de un grupo de receptores en una instalación de régimen de carga variable, salvo que dispongan de un sistema de compensación automático con variación de su capacidad siguiendo el régimen de carga.

1.9.5.2 RECEPTORES A MOTOR

Condiciones generales de instalación

La instalación de los motores debe ser conforme a las prescripciones de la norma UNE 20.460 y las especificaciones aplicables a los locales (o emplazamientos) donde hayan de ser instalados.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Un solo motor

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. En los motores de rotor devanado, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque -conductores secundarios- deben estar dimensionados, asimismo, para el 125 % de la intensidad a plena carga del rotor. Si el motor es para servicio intermitente, los conductores secundarios pueden ser de menor sección según el tiempo de funcionamiento continuado, pero en ningún caso tendrán una sección inferior a la que corresponde al 85 % de la intensidad a plena carga en el rotor.

Varios motores

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Carga combinada

Los conductores de conexión que alimentan a motores y otros receptores, deben estar previstos para la intensidad total requerida por los receptores, más la requerida por los motores, calculada como antes se ha indicado.

Protección contra sobreintensidades

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo. Las características de los dispositivos de protección deben estar de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para estos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

Protección contra la falta de tensión

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45. Dicho dispositivo puede formar parte del de protección contra las sobrecargas o del de arranque, y puede proteger a más de un motor si se da una de las circunstancias siguientes:

- los motores a proteger estén instalados en un mismo local y la suma de potencias absorbidas no es superior a 10 kilovatios.
- los motores a proteger estén instalados en un mismo local y cada uno de ellos queda automáticamente en el estado inicial de arranque después de una falta de tensión.

Cuando el motor arranque automáticamente en condiciones preestablecidas, no se exigirá el dispositivo de protección contra la falta de tensión, pero debe quedar excluida la posibilidad de un accidente en caso de arranque espontáneo. Si el motor tuviera que llevar dispositivos limitadores de la potencia absorbida en el arranque, es obligatorio, para quedar incluidos en la anterior excepción, que los dispositivos de arranque vuelvan automáticamente a la posición inicial al originarse una falta de tensión y parada del motor.

Arranque de motores

Se debe tener en cuenta las intensidades absorbidas de arranque, ya que deben ser limitadas, para que no produzcan ningún efecto perjudicial para la instalación u ocasionen perturbaciones que dificulten el funcionamiento de otros receptores de la instalación.

Los motores de más de 0,75 kW deben estar provistos de reostatos o dispositivos de arranque similares para que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal corresponda a su plena carga.

Dichos reostatos o dispositivos de arranque deben estar colocados separados de los muros al menos cinco centímetros. Se deberán montar de manera que puedan quemar las partes combustibles del edificio ni otros objetos combustibles. Si esto no fuese posible se colocaría un revestimiento ignífugo.

1.10 PROTECCIONES BAJA TENSIÓN

En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT 22, ITC-BT 23 e ITC-BT 24, debemos considerar las siguientes protecciones:

a) Protección de la instalación:

- Contra sobrecargas.
- Contra cortocircuitos.

b) Protección de las personas:

- Contra contactos directos.
- Contra contactos indirectos.

1.10.1 PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosa, así como para limitar las sobre intensidades.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior.

La instrucción complementaria MIE-BT 20 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión señala que todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobre intensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la

interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobre intensidades previsibles.

Las sobreintensidades que puedan aparecer en las líneas, pueden diferenciarse en dos tipos:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia. Normalmente, suponen un moderado aumento de la corriente que circula por la línea, respecto del valor previsto.
- Cortocircuitos y su aparición provoca un rápido crecimiento de la corriente hasta valores muy superiores de los que toma en condiciones normales.

Los dispositivos que se instalen para proteger un circuito se colocarán en el origen de los mismos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.

Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse. Se entiende por tiempo de escalonamiento, el intervalo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto.

Los dispositivos utilizados para la protección de los circuitos, cumplirán en general una serie de condiciones:

- Deberán ser capaces de soportar la influencia de los agentes exteriores a que están sometidos, presentando el grado de protección adecuado.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido contruidos.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas.

Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito. Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

1.10.1.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

Se denomina sobrecarga, al paso de una intensidad superior a la nominal de instalación. Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve, sin embargo si la duración es larga se producirán daños, ya los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del incremento de la intensidad.

La consecuencia más directa de la sobrecarga, es una elevación de la temperatura, que por otra parte es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Las protecciones que se utilizan contra las sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, o sea, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se ha de proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.

La medida directa de la temperatura se realiza por medio de termómetros adecuados introducidos en los devanados de las máquinas o en el aceite de los transformadores.

La medida indirecta de la temperatura se realiza por medio de una imagen térmica o relé térmico que, de forma más o menos aproximada reproduce las condiciones de carga y calentamiento del objeto que se ha de proteger.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas vienen indicados en la instrucción ITC-BT 22 y son los siguientes:

- Cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- Interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte.

1.10.1.2 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

Es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones sobre los cortocircuitos:

- *Corriente de cortocircuito:*

Es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito mientras este dure.

La corriente de cortocircuito transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el

valor de la intensidad permanente de cortocircuito, la componente de corriente continua se atenúa hasta anularse.

- *Corriente alterna de cortocircuito:*

Es la componente de la corriente de cortocircuito que fluye al punto defectuoso a través de las distintas derivaciones.

- *Impulso de la corriente de cortocircuito:*

Es el máximo valor instantáneo de la corriente después de producirse el cortocircuito. Se indica como valor de cresta. Varía según el momento en que se produzca el cortocircuito.

- *Corriente alterna inicial de cortocircuito:*

Es el valor eficaz de la intensidad de la corriente alterna de cortocircuito en el momento de producirse este.

- *Corriente permanente de cortocircuito:*

Es el valor eficaz de la corriente alterna que permanece después de finalizado el proceso de amortiguamiento. Depende de la excitación de los generadores. Si no se indica otra cosa, en los generadores se entiende por corriente permanente de cortocircuito la que se establece en caso de cortocircuito en todos los polos de los bornes y a la excitación nominal.

- *Potencia inicial de cortocircuito:*

Es igual al producto entre la intensidad de la corriente alterna inicial de cortocircuito, la tensión de servicio y el factor de concatenación.

- *Retardo mínimo de desconexión:*

Es el tiempo que transcurren entre el momento de producirse el cortocircuito y la separación de los contactos al abrir el cortocircuito en todos los polos del interruptor. El retardo mínimo de desconexión viene dado por la suma del tiempo propio de reacción del relé y el tiempo de ruptura del interruptor. Los retardos ajustables de los dispositivos de disparo no deben considerarse, puesto que el retardo mínimo de desconexión no incluye los tiempos de retardo intencionado.

- *Tipos de cortocircuito según las clases de defecto:*

Cortocircuitos tripolares, cortocircuitos bipolares, cortocircuitos bipolares con contacto a tierra y contactos a tierra simples y dobles.

- *Impedancia de cortocircuito:*

Es la impedancia de la trayectoria total de la corriente de cortocircuito. Lo que caracteriza a los cortocircuitos en las instalaciones eléctricas, es que el valor de

la intensidad que circula es muy grande. La intensidad permanente de cortocircuito suele ser superior a 10 veces la intensidad nominal de la instalación.

En los casos en que se produzcan cortocircuitos lo que interesa, es una interrupción rápida de la corriente por el punto más cercano al cortocircuito.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de conexión.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión admite, no obstante que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Para la correcta aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE-20.460 se deberá aplicar lo indicado en la Tabla 22.1, ITC-BT 22, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.10.2 PROTECCIÓN DE PERSONAS

Siempre que existe entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor los une entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas se puede producir de dos formas posibles:

- a) Cuando las personas se pongan en contacto con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (contacto directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto de aislamiento, etc.
- b) Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica accidentalmente bajo tensión (contacto indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc., que puedan quedar bajo tensión por defecto de aislamiento por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Diversos estudios se han realizado para determinar con exactitud, los valores peligrosos en intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites tiempo/corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores superiores a 30 mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos superiores a 30 ms. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

La tensión límite convencional según la instrucción ITC-BT 24 es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo 24 V para las instalaciones de alumbrado público.

El Reglamento Electrotécnico para Baja tensión fija unos valores de tensiones máximos de contacto que son:

- En locales o emplazamientos húmedos 24 V.
- En locales secos la tensión será inferior a 50 V.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto, dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma. Estos efectos van desde la contracción muscular (tetanización), quemaduras, parálisis respiratoria, fibrilación cardíaca, hasta la muerte.

1.10.2.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Para considerar satisfecha en las instalaciones la protección contra contactos directos se llevará a cabo alguno de los métodos indicados en la Norma UNE-20.460 que son:

- Protección por aislamiento de las partes activas recubriendo por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente a un valor no superior a 1 mA.
- Protección por medio de barreras o envolventes, situando las partes activas en el interior de las envolventes o detrás de las barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB según UNE-20.324. Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y robusta para mantener los grados de protección exigidos, siendo estos IP 4X o IP XXD. Estas barreras deberán ser suprimidas con el uso de una llave o herramienta, o bien después de quitar tensión de las partes activas protegidas por las barreras, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras.
- Protección por medio de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado. Estos obstáculos están encaminados a impedir contactos fortuitos con las partes activas, pero no los contactos voluntarios. Las barreras pueden ser desmontables sin la ayuda de una llave o herramienta.
- Protección por alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentren o circulen que no sea posible un contacto fortuito con las manos por la manipulación de

objetos conductores cuando estos se utilicen habitualmente cerca de la instalación. Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado.

- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual; el empleo de dispositivos de corriente diferencial- residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida; tales dispositivos no constituyen por sí mismos una medida de protección completa.

En la instalación se adoptará principalmente que todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

1.10.2.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc.

Una de las medidas de protección se consigue por medio de la aplicación de medidas como la de cortar el suministro al aparecer un fallo para impedir que una tensión de contacto sea suficiente y se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como de 24 V para instalaciones de alumbrado público.

Las medidas de protección contra contactos indirectos dependen del esquema de distribución; siendo en este caso un esquema TT las características y prescripciones serán las siguientes:

- Todas las masas de los equipos eléctricos y protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.
- El punto neutro de cada generador o transformador, o, si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición: $R_A \times I_A < U$

Siendo:

- R_A = suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.
- I_A = corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.

- U = tensión de contacto límite convencional.

Los dispositivos de protección utilizados en el esquema TT son los siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como interruptores automáticos magnetotérmicos.

Teniendo en cuenta la selectividad, pueden instalarse dispositivos de corriente diferencia-residual temporizada, en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general, con un tiempo de funcionamiento como máximo igual a 1 s.

1.10.3 SOLUCIONES ADOPTADAS

-LÍNEAS A CUADROS, GRUPO ELECTRÓGENO Y BATERÍA DE CONDENSADORES:

-Interruptor automático general del cuadro:

Receptor	In (A)	PdC (kA)	Curva	P	Nombre	Código
CGBT	630	50	C	4	Compact NSX630N	LV432894
CGD	630	50	D	4	Compact NSX630N	LV432894
Línea subcuadro 1	100	25	C	4	NG100N	18673
Línea subcuadro 2	100	25	C	4	NG100N	18673
Línea subcuadro 3	250	22	C	4	Compact NSX250F	LV431650
Batería cond.	400	22	C	4	Compact NSX400N	LV432694
Línea Grupo E.	100	25	C	4	NG100N	18673

-Relés diferenciales:

Receptor	I Δ n (mA)	Nombre	Referencia
CGBT	2000	RESYS M40	4941 2740
Línea subcuadro 1	1000	RESYS M40	4941 2740
Línea subcuadro 2	1000	RESYS M40	4941 2740
Línea subcuadro 3	1000	RESYS M40	4941 2740

Batería cond.	30	RESYS M40	4941 2740
Línea Grupo E.	1000	RESYS M40	4941 2740

-Toroides:

Receptor	D toro	Nombre	Referencia
CGBT	70	W1-S70	4793 2007
Línea subcuadro 1	35	W1-S35	4793 2003
Línea subcuadro 2	15	W0-S15	4793 2001
Línea subcuadro 3	15	W0-S15	4793 2001
Batería cond.	35	W1-S35	4793 2003
Línea Grupo E.	35	W1-S35	4793 2003

-SUBCUADRO 1:

-Interruptor automático general del cuadro:

In (A)	PdC (kA)	Curva	Nº POLOS	Nombre	Código
100	25	D	4	NG100N	18673

-Interruptores diferenciales:

In (A)	IΔn (mA)	Nombre	Referencia
40	300	ID	23045
63	300	ID	23049

-Interruptores magnetotérmicos:

Receptor	In (A)	PdC (kA)	Curva	P	Nombre	Código
Unidad compacta cong	50	10	C	4	ic60N	A9F79450
Unidad compacta frig y man	16	10	C	4	ic60N	A9F79416
Evaporadores cong y R des	63	10	C	4	ic60N	A9F79463
Evaporador frig y R des	10	10	C	4	ic60N	A9F79410

Evaporador manip y R des	10	10	C	4	ic60N	A9F79410
Alumbrado emergencia	1	10	C	2	ic60N	A9F74201

-SUBCUADRO 2:

-Interruptor automático general del cuadro:

In (A)	PdC (kA)	Curva	P	Nombre	Código
100	25	D	4	NG100N	18673

-Interruptores diferenciales:

In (A)	IΔn (mA)	Nombre	Referencia
40	300	ID	23045
25	300	ID	23040
25	300	ID	23040

-Interruptores magnetotérmicos:

Receptor	In (A)	PdC (kA)	Curva	P	Nombre	Código
Rodillos(a)	32	10	C	4	ic60N	A9F79432
Envasadora al vacío	6	10	C	4	ic60N	A9F79406
Rodillos(b)	16	10	C	4	ic60N	A9F79416
Encartonadora	16	10	C	4	ic60N	A9F79416
Etiquetadora	6	10	C	4	ic60N	A9F79406
Envasadora al vacío	6	10	C	4	ic60N	A9F79406
Rodillos(c)	16	10	C	4	ic60N	A9F79416
Encartonadora	16	10	C	4	ic60N	A9F79416
Etiquetadora	6	10	C	4	ic60N	A9F79406
Envasadora al vacío	6	10	C	4	ic60N	A9F79406
Rodillos(d)	16	10	C	4	ic60N	A9F79416
Encartonadora	16	10	C	4	ic60N	A9F79416
Etiquetadora	6	10	C	4	ic60N	A9F79406

-SUBCUADRO 3:

-Interruptor automático general del cuadro:

In (A)	PdC (kA)	Curva	P	Nombre	Código
250	22	D	4	Compact NSX250F	LV431650

-Interruptores diferenciales:

In (A)	IΔn (mA)	Nombre	Referencia
63	300	ID	23049
80	30	ID	23020
40	30	ID	23040
25	30	ID	23038
25	30	ID	23038
25	30	ID	23038

-Interruptores magnetotérmicos:

Receptor	In (A)	PdC (kA)	Curva	P	Nombre	Código
TC(trifásicas) 16 A	10	10	C	4	ic60N	A9F79410
TC(monofásicas) 16 A	20	10	C	2	ic60N	A9F79220
TC(monofásicas) 16 A	20	10	C	2	ic60N	A9F79220
TC(monofásicas) 16 A	20	10	C	2	ic60N	A9F79220
TC(monofásicas) 25 A	32	10	C	2	ic60N	A9F79232
Alumbrado exterior	6	10	C	2	ic60N	A9F79206
Alumbrado exterior	6	10	C	2	ic60N	A9F79206
Alumbrado exterior	6	10	C	2	ic60N	A9F79206
Alumbrado almacén	63	10	C	2	ic60N	A9F79263
Alumbrado almacén	63	10	C	2	ic60N	A9F79263
Alumbrado almacén	63	10	C	2	ic60N	A9F79263
Alumbrado Pasillo	2	10	C	2	ic60N	A9F74202
Alumbrado Pasillo	2	10	C	2	ic60N	A9F74202
Alumbrado Servicios	2	10	C	2	ic60N	A9F74202
Alumbrado Servicios	2	10	C	2	ic60N	A9F74202
Alumbrado Servicios	2	10	C	2	ic60N	A9F74202

Alumbrado Cocina	2	10	C	2	ic60N	A9F74202
Alumbrado Sala reuniones	6	10	C	2	ic60N	A9F79206
Alumbrado Sala reuniones	6	10	C	2	ic60N	A9F79206
Alumbrado Sala reuniones	6	10	C	2	ic60N	A9F79206
Alumbrado Oficina 1	10	10	C	2	ic60N	A9F79210
Alumbrado Oficina 2	10	10	C	2	ic60N	A9F79210
Alumbrado Oficina 3	10	10	C	2	ic60N	A9F79210
Alumbrado Hall-escaleras	3	10	C	2	ic60N	A9F74203
Alumbrado Hall	3	10	C	2	ic60N	A9F74203
Alumbrado Cámaras	6	10	C	2	ic60N	A9F79206
Alumbrado Cámaras	6	10	C	2	ic60N	A9F79206
Alumbrado Cámaras	6	10	C	2	ic60N	A9F79206
Alumbrado Sala G.E	3	10	C	2	ic60N	A9F74203

-CUADRO AUXILIAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

-Interruptor automático general del cuadro:

Receptor	In (A)	PdC (kA)	Curva	P	Nombre	Código
Cuadro Auxiliar	25	15	D	2	C60H	25191

-Interruptores diferenciales:

In (A)	IΔn (mA)	Nombre	Referencia
25	300	ID	23016

-Interruptores magnetotérmicos:

Receptor	In (A)	PdC (kA)	Curva	P	Nombre	Código
Alumbrado interior CT	1	10	C	1P+N	ic60N	A9F74601
Toma corriente CT	16	10	C	1P+N	ic60N	A9F79616
Emergencia CT	1	10	C	1P+N	ic60N	A9F74601

1.11 PUESTA A TIERRA

1.11.1 INTRODUCCIÓN

Las puestas a tierra se establecen principalmente con el objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La función principal de la puestas a tierra es la de conseguir que el conjunto de instalaciones, edificios y superficies próximas del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas que puedan provocar algún riesgo, en primer lugar, frente a las personas y en segundo lugar frente a la instalación y permitir al mismo tiempo que las corrientes de defecto pasen directamente a tierra.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones eléctricas y a los receptores conectados a ellas.

El límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas, nos viene definido en la instrucción ITC-BT 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

- 50 voltios para locales secos.
- 24 voltios para locales húmedos.

Estos valores son los máximos que se supone soporta el cuerpo humano sin alteraciones significativas

Las tomas de tierra limitan las sobre intensidades, que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de esta corriente.

Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

1.11.2 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra, es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y u electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas.

Con una puesta a tierra bien dimensionada se trata de conseguir que la instalación no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que permita el paso a de las corrientes de defecto de origen atmosférico o procedentes de otras fuentes.

El paso de estas diferentes corrientes por el terreno conductor, con unas características eléctricas variables por sus características geológicas, producen unas distribuciones de potencial en toda su masa y en particular en su superficie, con las consiguientes diferencias de potencial entre puntos del terreno que inciden directamente sobre la seguridad de las personas.

Por ello, los estudios de las puestas a tierra deberían considerar:

- La seguridad de las personas.
- La protección de las instalaciones.
- La protección de los equipos sensibles.
- Un potencial de referencia.

Para ello es necesario conocer:

- Los elementos que forman las instalaciones.
- Las diferentes fuentes de corriente que las solicitan.
- Las respuestas de los diferentes elementos a estas diferentes fuentes.
- El terreno, teniendo en cuenta su heterogeneidad (rocas que lo forman, estratos, textura, etc.) y los factores que sobre él actúan (humedad y temperatura).

1.11.3 PARTES DE LA PUESTA A TIERRA

Los podemos dividir en cinco grupos:

1. El terreno:

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico. Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tienen una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica y los materiales que tienen una resistividad alta, se oponen al paso de corriente.

La resistividad del terreno se mide en ohmios por metro.

Como los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno.

La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción MIE-RAT 13, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra.

El terreno, como conductor de la corriente eléctrica, se puede considerar como un agregado formado por una parte sólida mineral y sendas partes líquida y gaseosa. La resistividad del terreno depende de los siguientes conceptos:

- Humedad.
- Resistividad de los minerales que forman la fracción sólida.
- Resistividad de los líquidos y gases que rellenan los poros de la fracción sólida.
- Porosidad.
- Salinidad.
- Superficie de separación de la fase líquida con la fase sólida.
- Temperatura.
- Textura.

2. Tomas de tierra:

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio.

La toma de tierra consta de tres partes fundamentales:

a) Electrodos:

Son la masa metálica que se encuentra en contacto permanente con el terreno para facilitar a este el paso de corrientes de defecto, o la carga eléctrica que pueda tener.

Pueden ser naturales o artificiales; los electrodos naturales, suelen ser estar constituidos por conducciones metálicas enterradas, como conducciones de agua, cubiertas de plomo de cables de redes subterráneas, pilares metálicos de los edificios que se construyen con estructuras metálicas, etc.

Los electrodos artificiales pueden ser barras (picas), tubos, placas metálicas, cables, u otros perfiles que a su vez puedan combinarse formando anillos o mallas.

De la sección en contacto con el terreno dependerá el valor de la resistencia a tierra. En general, la sección de un electrodo no debe ser inferior a un cuarto de la sección del conductor de línea principal de tierra. Los metales deben ser inalterables a las acciones de la humedad y del terreno como son el cobre, el hierro galvanizado, fundición de hierro, etc.

c) Líneas de enlace con tierra:

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán ser de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm² de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

d) Punto de puesta a tierra:

El elemento de la puesta a tierra, es el situado fuera del terreno y que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. El punto de

puesta es un elemento de conexión, placa, regleta, grapa, etc. que une los conductores de la línea de enlace con la principal de tierra.

El número de puntos de puesta a tierra conectados al mismo electrodo o conjunto de ellos dependerá del tipo de instalación.

3. Línea principal de tierra:

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm² de sección.

Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

4. Derivaciones en las líneas principales de tierra:

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. El dimensionamiento viene en la ITC-BT 18.

Secciones de los conductores de fase (mm²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm²)
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	S 16 S/2
<p>- Con un mínimo de 2.5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.</p> <p>- Con un mínimo de 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.</p>	

5. Conductores de protección:

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC-BT 19.

1.11.4 ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, deberemos conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- a) Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- b) Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- c) Caja General de Protección (no obligatorio según R.E.B.T.).
- d) Instalación de pararrayos.
- e) Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- f) Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- g) Toda masa o elemento metálico significativo.
- h) Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

1.11.5 SOLUCIÓN

Constituida por un cable de cobre rígido de 50 mm² de sección, formando un anillo enterrado con 8 picas de 2m de longitud y 14 mm de diámetro para conseguir una resistencia de tierra tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones superiores a 24V, porque tenemos una nave con locales húmedos.

Todas las carcasas de los cuadros de la nave, y también el CGBT y el Cuadro Auxiliar se unirán al anillo de cobre a través de un conductor de cobre aislado de 50 mm².

Desde el CGD hasta los subcuadros no llevaremos conductor de protección.

Desde los subcuadros hasta los receptores (alumbrado de la nave, tomas de corriente y maquinaria) sí llevaremos conductor de protección.

Los conductores de tierra se distinguirán fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde.

1.12 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

1.12.1 INTRODUCCIÓN

Los aparatos y máquinas utilizados, además de un consumo de energía activa, tienen un consumo de energía reactiva inductiva; los receptores inductivos absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos y la entregan durante la destrucción de estos. Esto provoca un consumo de energía que no es aprovechado directamente por los receptores. La energía reactiva está representada por el $\cos\phi$ o factor de potencia.

El factor de potencia depende únicamente de las características de los receptores y de su régimen de funcionamiento (tipo de motor, velocidad, carga), y es independiente del rendimiento propio de estos receptores.

1.12.2 VENTAJAS DE UN ELEVADO FACTOR DE POTENCIA

Las principales ventajas son:

- Reducción en el recibo de la electricidad.
- Optimización de las instalaciones eléctricas. Entre estas podemos describir:
 - a) *Disminución de la caída de tensión en las líneas.*
 - b) *Reducción del dimensionamiento de las líneas.*
 - c) *Disminución de las pérdidas por calentamiento en línea.* La resistencia de los conductores siempre provoca pérdidas de potencia. Estas pérdidas son proporcionales al cuadrado de la corriente transportada, la cual, para una misma potencia activa, disminuye a medida que el factor de potencia aumenta.
 - c) *Aumento de la potencia disponible en el transformador de alimentación.* Mientras el factor de potencia crece, la potencia aparente S para una misma potencia activa P disminuye; es decir, se utiliza tanto mejor un transformador conforme el factor de potencia de la carga más se aproxima a la unidad.
 - d) *Facilita el suministro de la tensión nominal a los receptores.*
 - f) *Reporta una disminución de costes de la factura de energía eléctrica al realizar una bonificación la compañía suministradora para valores:*

$$0,9 < \cos\phi < 1$$

Debido a que según que $\cos\phi$ tengamos en la instalación se nos implantará un coeficiente que nos recargará o nos descontará la tarifa a pagar a la empresa

suministradora. Dicho coeficiente se aplica a la suma del término de potencia y término de energía. El coeficiente se saca de la siguiente fórmula:

1.12.3 MÉTODOS PARA MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA

1.12.3.1 MÉTODOS DIRECTOS

Actúan directamente sobre la causa misma del bajo factor de potencia, es decir, procura en lo posible disminuir el consumo innecesario de energía reactiva actuando sobre las cargas normales de la instalación.

Los más importantes son:

- Correcta elección del equipo eléctrico.
- Evitar marchas en vacío o cargas reducidas de los motores eléctricos.
- Sustituir los motores defectuosos fuera de las horas de trabajo.
- Reducir las marchas en vacío o con poca carga de los transformadores.

1.12.3.2 MÉTODOS INDIRECTOS

Consisten en compensar el consumo de energía reactiva mediante elementos productores de energía capacitiva, compensando parcial o totalmente la energía inductiva consumida por los elementos receptores. Para este tipo de métodos se utilizan compensadores que se dividen en:

- Compensadores giratorios, también llamados compensadores síncronos. Son motores síncronos trabajando sobreexcitados, los cuales proporcionan energía capacitiva.
- Compensadores estáticos o condensadores, pueden ser individualmente o en baterías de condensadores conectados adecuadamente.

1.12.3.3 ELECCIÓN DEL MÉTODO DE COMPENSACIÓN

Aunque a la hora de realizar la instalación se tendrán en cuenta todos los casos expuestos en la compensación directa, considerando que aun así el factor de potencia no es el adecuado se optará por realizar una compensación indirecta con una batería de condensadores por cada transformador.

Estos grupos de mejora del factor de potencia dispondrán de un regulador automático con varios puntos con actuación sobre puntos de condensadores tripolares a través de sendos contactores, existiendo un grupo independiente sobre el que no actúa el regulador.

Dicho regulador realiza una medición de la energía reactiva a partir de los transformadores de intensidad a la salida de cada cuadro general de distribución

y actuará conectando y desconectando los grupos de condensadores en función de las necesidades.

1.12.4 CLASIFICACIÓN Y ELECCIÓN DE LA COMPENSACIÓN

1.12.4.1 CLASIFICACIÓN POR LA SITUACIÓN DE LA COMPENSACIÓN

a) Situación en cabecera:

Si los condensadores están situados en cabecera de la instalación, conseguiremos la reducción del consumo de energía reactiva y por tanto evitaremos las penalizaciones económicas por un consumo excesivo de dicha energía. También conseguiremos ajustar la potencia aparente “S”, a lo que necesitemos en la instalación.

Pero, la corriente reactiva estará presente en toda la instalación, ya que la compensación está en la cabecera, con lo cual no conseguiremos disminuir las pérdidas por efecto Joule.

b) Situación en cada receptor inductivo:

Si se sitúan los condensadores en los bornes de cada uno de los receptores de tipo inductivo, se consigue, además de evitar las penalizaciones por consumo de energía reactiva y ajustar “S” a la necesidad real, reducir las pérdidas por efecto Joule de los cables, ya que la corriente reactiva se abastece en el mismo lugar de su consumo y por tanto no circula en los cables de la instalación.

c) Situación en una zona intermedia:

Situando los condensadores en una zona intermedia, conseguiremos evitar la penalización por consumo de energía reactiva y se reducirán por tanto las pérdidas por efecto Joule.

1.12.4.2 ELECCIÓN DE LA SITUACIÓN PARA LA COMPENSACIÓN

En nuestro caso la segunda opción de compensación individual no es viable ya que son numerosos los receptores con carga inductiva, con lo cual resultaría imposible la compensación individual.

Finalmente, nos decantaremos por una compensación en la cabecera de la instalación, sacaremos una línea desde el CGD.

1.12.4.3 CLASIFICACIÓN POR TIPO DE CONDENSADOR

a) Compensación fija

Con este tipo de compensación, en todo momento los condensadores están suministrando una energía reactiva fija, que debe ser consumida en su totalidad por el receptor. De no ser así la red absorbería energía capacitiva.

b) Compensación automática (variable)

La compensación automática se realiza con un equipo de condensadores que se adecuan a las variaciones de potencia reactiva de la instalación para conseguir mantener el $\cos\phi$ objetivo.

El equipo de compensación automático, o batería de condensadores, está compuesto de un regulador, que mide el $\cos\phi$ de la instalación y conecta los distintos escalones de energía reactiva, mediante contactores, que conectan los distintos condensadores de la batería para conseguir los distintos escalones de potencia.

Se colocará un transformador de intensidad a la entrada de cada cuadro general de distribución para medir el $\cos\phi$.

1.12.4.4 ELECCIÓN DEL TIPO DE COMPENSACIÓN

Si elegimos una compensación fija para la instalación, en los momentos en los que la potencia reactiva de la instalación sea menor que la potencia que suministran los condensadores, estaremos introduciendo energía capacitiva en la red.

Según lo establecido en el reglamento de baja tensión; se podrá realizar la compensación de energía reactiva “pero sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva” por tanto el $\cos\phi$ de la instalación en el punto de conexión con la compañía nunca podrá ser capacitivo.

Para que esto no ocurra vamos a elegir compensación automática para la instalación ya que el consumo de energía reactiva de la instalación no va a ser siempre el mismo, variará en función de las cargas inductivas conectadas (luminarias, máquinas, etc.).

Así que colocaremos dos equipos de compensación automática en cabecera, uno por cada línea, de la instalación del edificio, para compensar la energía reactiva consumida por la totalidad de las cargas inductivas de la instalación.

1.12.5 SOLUCIÓN

Elegimos la siguiente batería de condensadores:

0/415 V - 100 kvar - paso 9 x 10 car.

Tiene 9 saltos de 10 kVAr.

1.13 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.13.1 CARACTERÍSTICAS DEL C.T.

Hemos elegido como centro de transformación un edificio prefabricado de hormigón, de 31 m³ de volumen exterior. El modelo es el ECH-3, del fabricante Schneider Electric, que cumple el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales y eléctricas, subestaciones y centros de transformación, y la Norma UNE-EN 61330.

Celdas de media tensión:

En cuanto a las celdas de media tensión hemos seleccionado una celda de remonte, una de protección con fusibles y otra de medida

Nuestras celdas tendrán las siguientes características:

-Celda de remonte:

- Tensión nominal [kV] 36
- Intensidad nominal
En barras e interconexión celdas [A]
400/630
Acometida Línea [A]
400/630
- Frecuencia asignada [Hz] 50/60
- Tensión nominal soportada a frecuencia industrial durante 1 min.
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV] 70
A la distancia de seccionamiento [kV]
80
- Tensión soportada a impulso de tipo rayo
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV] 170
A la distancia de seccionamiento [kV] 195
- Seccionador de Puesta a Tierra s/IEC62271-102

	Intensidad de corta duración (circuito de tierras)	
	Valor eficaz 1 s [kA]	16/20
	Valor de pico [kA]	40/50
	Poder del cierre del Secc. de Puesta a Tierra	40/50
MO	- Categoría del Secc. de Puesta a Tierra	
	Endurancia Mecánica (maniobras - clase)	1000-
	Nº de cierres contra cortocircuito (maniobras - clase)	5 - E2

-Celda de protección:

-	Tensión nominal [kV]	36
-	Intensidad nominal En barras e interconexión celdas [A] 400/630 Bajante Transformador [A]	200
-	Frecuencia asignada [Hz]	50/60
-	Tensión nominal soportada a frecuencia industrial durante 1 min. A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV] A la distancia de seccionamiento [kV]	70 80
-	Tensión soportada a impulso de tipo rayo A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV] A la distancia de seccionamiento [kV]	170 195
-	Arco Interno kA 1s	16/20
-	Interruptor s/IEC60265-1 Intensidad de corta duración (circuito principal) Valor eficaz 1/3 s [kA] Valor de pico [kA] Poder de corte de corriente principalmente activa [A] Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico) [kA]	16/20 40/50 200 40/50
-	Categoría de interruptor Endurancia Mecánica (maniobras - clase) (manual)	1000-M1
	Nº de cierres contra cortocircuito (maniobras - clase)	5-E3
-	Intensidad de intersección combinado interruptor-unidad ekorRPT (I máxima de corte según TD 5 IEC 62271-105)[A] Intensidad de transición combinado interruptor-fusible (I máxima de corte según TD 4 IEC 62271-105)[A]	820

M0	- Seccionador de Puesta a Tierra s/IEC62271-102	
	Intensidad de corta duración (circuito de tierras)	
	Valor eficaz 1 s [kA]	1/3
	Valor de pico [kA]	2.5/7.5
	Poder de cierre del Secc. de Tierra (valor de pico)[A]	2.5/7.5
	- Categoría del Secc. de Puesta a Tierra	
	Endurancia Mecánica (maniobras - clase)	1000-
	Nº de cierres contra cortocircuito (maniobras - clase)	5-E2

-Celda de medida:

- Tensión nominal [kV] 36
- Intensidad nominal [A]
400/630
- Tensión nominal soportada a frecuencia industrial [kV] 70/80
- Tensión soportada a impulso de tipo rayo [kV]
170/195

Tiene tres transformadores de corriente de relación 15-30/5 A, 15 VA
CL.0.5, Ith = 5kA y aislamiento de 36 kV.

Tiene tres transformadores de tensión de relación 1.9 Un y aislamiento de 36 kV.

Se dispone de dos rejillas de 3.21 m² para obtener una ventilación que sea suficiente para evitar el calentamiento excesivo del transformador y el propio centro de transformación.

Dichas rejillas se colocarán una en la puerta de la zona del transformador, y otra sobre la puerta.

Como transformador hemos elegido uno que cubra el 125% del consumo, teniendo en cuenta posibles ampliaciones de la instalación.

Hemos elegido un transformador de 250 kVA de ORMAZABAL con las siguientes características:

- Transformador trifásico, 50 Hz para instalación en interior o exterior.
- Herméticos de llenado integral.

- Sumergidos en Aceite mineral de acuerdo a la norma IEC 60296.
- Refrigeración ONAN.
- Color azul oscuro, de acuerdo a la norma UNE 21428.
- Los datos y valores mostrados corresponden a las Condiciones Normales de Funcionamiento referenciadas en la norma IEC 60076-1.

1.13.2 PUESTA A TIERRA

TIERRA DE PROTECCIÓN:

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén e tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

La tierra de protección que hemos elegido es válida (50-30/5/42).

Se realizará con conductor de cobre desnudo de 50 mm².

TIERRA DE SERVICIO:

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida. Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección.

La tierra de servicio que hemos elegido es válida: 5/24.

Se realizará con conductor de cobre aislado de 50 mm².

Entre la tierra de protección y la tierra de servicio hemos dejado una distancia de 10 m, y están unidas a través de conductor de cobre aislado.

1.13.3 INSTALACIÓN AUXILIAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para garantizar el alumbrado necesario para realizar cualquier labor de mantenimiento, reparación o modificación en el centro de transformación, hemos colocado las siguientes luminarias:

Local	Nº Piezas	Designación	P total [W]
CT	2	Philips TMS022 1xTL-D36W HFS	60

Además era necesario garantizar la iluminación mínima estipulada cuando nos quedemos sin suministro eléctrico, por tanto hemos situado sobre el CGBT la siguiente luminaria de emergencia:

Local	N	Distribución	Nombre lámpara	P (W)	P total (W)
CT	1	Sobre CGBT	URA21	6	6

Y además hemos instalado una toma de corriente monofásica de 16 A, por si hace falta conectar algún aparato para realizar alguna reparación.

1.14 GRUPO ELECTRÓGENO

Además del transformador, instalaremos un grupo electrógeno por si nos quedamos sin suministro eléctrico o tenemos en reparación el transformador.

Como nos interesa que no paren de trabajar en ningún momento únicamente las cámaras frigoríficas, cubriremos por lo menos la potencia que consumen.

Pero debemos considerar también el consumo, aunque escaso, que producen las luminarias de emergencia.

Estas luminarias tienen una hora de autonomía, pero puede que una reparación en el centro de transformación dure más tiempo, por tanto hemos cubierto también con el grupo electrógeno las necesidades eléctricas del alumbrado de emergencia.

En el subcuadro 1, teníamos las líneas de toda la instalación de las cámaras frigoríficas y del alumbrado de emergencia por este motivo.

El consumo de estas líneas asciende a 78666,8 VA, por tanto hemos elegido el siguiente grupo electrógeno:

Grupo Electrónico Taigüer 100kVA Insonorizado.

1.15 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

1-Alumbrado:	30.979,91 €
2-Cableado:	31.813,78 €
3-Canalizaciones:	4.848,60 €
4-Cuadros:	449,71 €
5-Protecciones:	27.997,33 €
6-Otros:	1.730,26 €
7-Grupo Electrónico:	11.074,00 €
8-Batería de Condensadores:	3.907,00 €
9-Puesta a Tierra:	2.905,38 €
10-Centro de Transformación:	33.569,57 €

PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL: 149.275,54 €

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de: **CIENTO CUARENTA Y NUEVE MIL, DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO, COMA CINCUENTA Y CUATRO EUROS.**

Gastos Generales (5%):	7.463,78 €
Beneficio Industria (10%):	14.927,55 €

TOTAL PPTO EJECUCIÓN POR CONTRATA 171.666,87 €

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de: **CIENTO SETENTA Y UNO MIL, SEISCIENTOS SESENTA Y SEIS, COMA OCHENTA Y SIETE EUROS.**

Honorarios Projectista (3%):	5.150,01 €
Honorarios Dirección de Obra (3%):	5.150,01 €

TOTAL PRESUPUESTO (con I.V.A.) 220.179,93 €

El presupuesto total asciende a la cantidad de: **DOSCIENTOS VEINTE MIL, CIENTO SETENTA Y NUEVE, COMA NOVENTA Y TRES EUROS.**



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA NAVE
INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS

DOCUMENTO Nº 2: CÁLCULOS

Miguel Ángel Blanco Galbarra

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 17/1/2013

ÍNDICE

2.1 ALUMBRADO

- 2.1.1 INTRODUCCIÓN
- 2.1.2 CÁLCULO ALUMBRADO INTERIOR
- 2.1.3 CÁLCULO ALUMBRADO EXTERIOR
- 2.1.4 CÁLCULO ALUMBRADO DE EMERGENCIA

2.2 PREVISIÓN DE CARGAS

2.3 SECCIONES DE LOS CONDUCTORES

2.4 CANALIZACIONES

- 2.4.1 INTRODUCCIÓN
- 2.4.2 CÁLCULO DE LAS BANDEJAS
- 2.4.3 CÁLCULO DE LOS TUBOS

2.5 PROTECCIONES DE BAJA TENSIÓN

- 2.5.1 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO
- 2.5.2 PROTECCIONES
- 2.5.3 TABLAS RESUMEN

2.6 FACTOR DE POTENCIA

2.7 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

- 2.7.1 INTRODUCCIÓN
- 2.7.2 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

2.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

- 2.8.1 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN
- 2.8.2 TRANSFORMADOR
 - 2.8.2.1 INTENSIDAD NOMINAL DEL DEVANADO PRIMARIO
 - 2.8.2.2 INTENSIDAD NOMINAL DEL DEVANADO SECUNDARIO
 - 2.8.2.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DEL DEVANADO PRIMARIO
 - 2.8.2.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DEL DEVANADO SECUNDARIO
- 2.8.3 CUADRO BAJA TENSIÓN
- 2.8.4 EDIFICIO PREFABRICADO
- 2.8.5 VENTILACIÓN
- 2.8.6 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
 - 2.8.6.1 TIERRA DE PROTECCIÓN
 - 2.8.6.2 TIERRA DE SERVICIO
 - 2.8.6.3 DISTANCIA MÍNIMA ENTRE TIERRAS
- 2.8.7 CUADRO AUXILIAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.1 ALUMBRADO:

2.1.1 INTRODUCCIÓN:

A continuación calcularemos las luminarias necesarias, para que las tareas se puedan realizar de la manera más cómoda, rápida y precisa en cada lugar de trabajo en nuestra nave industrial.

El alumbrado interior será calculado con la ayuda del programa DIALux 4.10, y para el alumbrado exterior y de emergencia utilizaremos las fórmulas apropiadas.

2.1.2 CÁLCULO ALUMBRADO INTERIOR:

Antes de empezar con el programa DIALux 4.10, debemos considerar ciertos aspectos:

- Tipos de lámparas:

Ámbito de uso	Tipo de lámparas más utilizado
Doméstico	-Incandescente -Fluorescente -Halógenas de baja potencia
Oficinas	-Alumbrado general: fluorescentes -Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión
Comercial	-Incandescentes -Halógenas -Fluorescentes -Para techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos
Industrial	Todos los tipos -Luminarias situadas a baja altura < 6 m: fluorescentes -Luminarias situadas a gran altura > 6 m: lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores -Alumbrado localizado: incandescentes
Deportivo	-Luminarias < 6 m: fluorescente

	-Luminarias > 6 m: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, halogenuros metálicos y vapor de sodio a alta presión.
--	---

- Iluminancia media (Em): es el flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad de medida es el Lux. Los valores de iluminancia están tabulados en las normas UNE 72-163-84, UNE 72-112-85, NTE y en el Real Decreto 486/1997 del 14 de abril.

Para los locales que puede hay en nuestra nave industrial, tomamos los valores medios.

Local	Em (lux)
Almacén	500
Aseos	200
Oficinas, sala de reuniones	500
Pasillos, escaleras, hall	200
Cámaras refrigeradas	100*→400
Cámara manipulación	300
Zona carga/ descarga	150
Cocina	150-200

*200 lux si se encuentra ocupados continuamente

Los valores de Em se duplicarán cuando exista algún peligro, según el RD 486/1997.

Como las cámaras refrigeradas contienen estanterías que pueden desprenderse, existe un peligro, y como se encuentran ocupadas continuamente, deben tener
 $200 \times 2 = 400$ lux.

- Coeficientes de reflexión (p) de techo, paredes y suelo. Están tabulados para diferentes materiales, superficies y acabados en la norma UNE - 48103. Los valores estándar son:

SUPERFICIE	COEFICIENTE DE REFLEXIÓN
------------	--------------------------

Techo	0.7
Pared	0.5
Suelo	0.2

- Dimensiones del local y altura del plano de trabajo: supondremos la altura del plano útil a 0.85 metros del nivel del suelo si en el local se trabaja sentado, y 1.85 metros si se trabaja de pie
- Coeficiente de utilización(η) y factor de mantenimiento(f_m):
Tomaremos los valores $\eta = 0.57$ y $f_m = 0.8$.

- Valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI):

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m^2) por cada 100 lux.

Tomando los valores del CTE de iluminación, DB HE3, tenemos lo siguiente:

Local	VEEI límite
Almacén	5
Aseos	4.5
Oficinas, sala de reuniones	4
Pasillos, escaleras, hall	5
Cámaras refrigeradas	5
Cámara manipulación	5
Zona carga/ descarga	5
Cocina	5

- Índice de deslumbramiento (UGR): indica directamente el grado de deslumbramiento que se espera en una instalación de iluminación.

Local	UGR
-------	-----

Local	UGR
Almacén	26
Aseos	25
Oficinas, sala de reuniones	22
Pasillos, escaleras, hall	25
Cámaras refrigeradas	25
Cámara manipulación	25
Zona carga/ descarga	25
Cocina	22

Ponemos altura de 1.85 metros (se corresponde con una persona de pie) para todos los locales, excepto para las oficinas, las salas de reuniones y los baños individuales, donde pondremos altura de 1.20 metros (se corresponde con una persona sentada).

- La uniformidad media es Emin/Emed (relación entre iluminancia mínima y media). Para nosotros debe ser superior a 0.5 en todos los casos.

Aquí hay una tabla que resume el alumbrado interior:

Local	Nº Piezas	Designación	P total [W]
Almacén	75	Philips TMW076 2xTL5-49W HFP	18750
Pasillo	17	Philips TMS011 1xTL-D18W HFE	306
Servicios (zona lavabos)	15	Philips TMS022 1xTL-D18W HFS	270
Servicios (zona WCs)	6	Philips TMS022 1xTL-D30W HFS	180
Cocina	9	Philips TMS022 1xTL-D18W HFS	162
Sala reuniones	25	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS	900
Oficina 1	25	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS	900
Oficina 2	25	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS	900
Oficina 3	25	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS	900
Hall	11	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS	396
Cámara congelación	20	Philips TMS022 1xTL-D36W HFS	720
Cámara manipulación	11	Philips TMS022 1xTL-D36W HFS	396
Cámara frigorífica	9	Philips TMS022 1xTL-D36W HFS	324
Escaleras	5	Philips TMS022 1xTL-D15W HFS	75
Escaleras	3	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS	108

Nota: en el programa DIALux vienen diferentes valores de la potencia de las luminarias, los valores de esta tabla son los correctos.

2.1.3 CÁLCULO ALUMBRADO EXTERIOR:

De igual manera que hemos calculado el alumbrado para el interior de la nave, creamos una escena exterior, y hemos obtenido los siguientes resultados:

Local	Nº Piezas	Designación	P total [W]
Zona Carga / Descarga	22	Philips SGP681 GB 1xCDO-TT70W CR P1	1540

Nota: en el programa DIALux vienen diferentes valores de la potencia de las luminarias, los valores de estas tablas son los correctos.

2.1.4 CÁLCULO ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Todas las luminarias de emergencia las colocaremos en la pared a 2,5 metros de altura.

Recordamos que debemos tener como mínimo 1 lux al nivel del suelo en las rutas de evacuación, y 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exija utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado.

Para elegir la ruta de evacuación, habrá un camino marcado por las luminarias en la pared, a 2.5 metros de altura sobre el suelo.

La superficie de la ruta de evacuación será la longitud de la pared, multiplicada por 1 metro de ancho de la ruta marcada.

Así se calculará el nivel de iluminación necesario.

-Para encontrar el flujo necesario (Φ) se utiliza la siguiente fórmula:

$$\Phi = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot fm}$$

Φ = Flujo luminoso total (lm)

E = Iluminancia (lux)

S = Superficie local (m²)

η = Coeficiente de utilización (0,57)

fm = factor de mantenimiento (0,8)

-Para encontrar el número total de luminarias:

$$N = \frac{\Phi}{n \cdot \Phi_1}$$

N= Número de luminarias necesarias

Φ = Flujo total en lúmenes

n= Número de lámparas por luminaria

Φ_1 = Flujo de la lámpara en lúmenes

-Para comprobar la uniformidad:

$$Em = \frac{n \cdot \Phi_1 \cdot \eta \cdot fm}{S}$$

n= número de lámparas por luminaria

Φ_1 = Flujo de la luminaria en lúmenes

η = Coeficiente de utilización

fm= Factor de mantenimiento

S= Superficie del local

Estos cálculos se han realizado con una hoja Excel.

Para el alumbrado de emergencia para iluminar las rutas de evacuación (1 lux), tenemos los siguientes resultados:

Las luminarias escogidas son:

- Emergencia 70 lúmenes 230V 6W URA 21, Legrand
- Emergencia 40 lúmenes 230V 4W DUNNA D30, Normalux

Todas son fluorescentes y tienen una autonomía de 1 hora.

Local	Nreal	Distribución	Nombre lámpara	P (W)	P total (W)
Almacén	7	Distribuidas	F03-600	120	840
Almacén	6	Cuadros y puertas	DUNNA D30	4	24
Pasillo	3	Puertas	DUNNA D30	4	12
Servicios (zona lavabos)	1	Pared y puerta	URA21	6	6
Servicios (zona WCs)	----	----	----	----	----
Cocina	1	Puerta	URA21	6	6
Sala reuniones	2	Pared y puerta	URA21	6	12
Oficina 1	2	Pared y puerta	URA21	6	12
Oficina 2	2	Pared y puerta	URA21	6	12
Oficina 3	2	Pared y puerta	URA21	6	12
Hall	2	Pared y puerta	URA21	6	12
Cámara congelación	2	Pared y puerta	URA21	6	12
Cámara manipulación	1	Puerta	URA21	6	6
Cámara frigorífica	1	Puerta	URA21	6	6
Escaleras	2	Pared	DUNNA D30	4	8
Sala G.E y batería	1	Puerta	URA21	6	6

2.2 PREVISIÓN DE CARGAS

Para la previsión de cargas es necesario previamente conocer la potencia a instalar de los circuitos de alumbrado y fuerza.

Debemos considerar que los conductores de conexión a receptores que sean motores deberán soportar el 125 % de la potencia a instalar a plena carga del motor con mayor carga, más el 100% del resto de motores conectados a esa misma línea.

Es decir: $P_{motores} = 1.25 \times P_{mayor\ motor} + \Sigma P_{resto\ de\ motores}$

Para el circuito de alumbrado que alimenten a lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas. Y factor de potencia debe ser mayor o igual que 0.9.

Para las lámparas del almacén, que son de LEDs, no aplicaremos ningún coeficiente.

Nota:

Todas las lámparas para alumbrado interior, exterior y emergencias que he elegido para este proyecto, son lámparas de descarga, con la excepción del alumbrado del almacén.

Ahora mostramos unas tablas resumen de todos los receptores de la instalación, sus potencias de cálculo, sin incluir el factor de potencia.

-Maquinaria:

Receptores	S cálculo (VA)
Compresor cong	18400
Condensador cong	3300
Compresor frig y manip	7625
Condensador frig y manip	660
Evaporadores cong	3375
Evaporador frig	625
Evaporador manip	625
R descarge evap cong	33750
R descarge evap frig	5040
R descarge evap manip	5040
Rodillos(a)	15625
Rodillos(b,c,d)	16875
Envasadora al vacío	10950
Etiquetadora	7500
Encartonadora	30000

S cálculo total	159390
-----------------	--------

-Alumbrado interior:

Local	S cálculo (VA)
Almacén	18750
Pasillo	550,8
Servicios (zona lavabos)	486
Servicios (zona WCs)	324
Cocina	291,6
Sala reuniones	1620
Oficina 1	1620
Oficina 2	1620
Oficina 3	1620
Hall	712,8
Cámara congelación	1296
Cámara manipulación	712,8
Cámara frigorífica	583,2
Escaleras	135
Escaleras	194,4
Sala G.E y batería	388,8

S cálculo total	30905,4
-----------------	---------

-Alumbrado exterior:

Zona	S cálculo (VA)
Carga/descarga	2772

S cálculo total	2494,8
-----------------	--------

-Alumbrado de emergencia:

Local	S cálculo (VA)
Almacén (focos)	1512

Almacén	43,2
Pasillo	21,6
Servicios (zona lavabos)	10,8
Servicios (zona WCs)	----
Cocina	10,8
Sala reuniones	21,6
Oficina 1	21,6
Oficina 2	21,6
Oficina 3	21,6
Hall	21,6
Cámara congelación	21,6
Cámara manipulación	10,8
Cámara frigorífica	10,8
Escaleras	14,4
Sala G.E y batería	10,8

S cálculo total	1774,8
-----------------	--------

-Tomas de corriente:

	nº TC	nº líneas	potencia/ línea	Potencia
TC MONOF 16 A	60	3	3680	11040
TC MONOF 25 A	2	1	5750	5750
TC TRIF 16 A	6	1	6400	6400

S cálculo total	23190
-----------------	-------

-Centro de transformación:

Receptor	S cálculo (VA)
Alumbrado interior	60
Alumbrado emergencia	6
TC monofásica 16 A	3680

S cálculo total	3746
-----------------	------

-Tabla resumen:

Receptores	S cálculo (VA)
Equipo cámaras	78440
Máquinas almacén	50950
Alumbrado interior	30905,4
Alumbrado exterior	2494,8
Alum emergencia	1774,8
Tomas Corriente	23190
Centro Transformación	3746

S cálculo total	189953
-----------------	--------

2.3 SECCIONES DE LOS CONDUCTORES

Para el cálculo de las secciones de los conductores, utilizaremos el criterio térmico y el criterio de la caída de tensión. De cada uno obtendremos una sección, y se elegirá la mayor de las dos.

CRITERIO TÉRMICO:

Con la corriente calculada que va a circular por un conductor, elegimos en la tabla de la ITC- BT 19 la intensidad admisible, la cual debe ser la más próxima por encima del valor de la intensidad calculada. A dicho valor de intensidad admisible, le corresponde una sección determinada.

Utilizaremos las siguientes fórmulas para obtener la corriente nominal y poder acceder a la tabla correspondiente:

Monofásica: $P = UI \cos\varphi$

Trifásica: $P = \sqrt{3} \cdot UI \cos\varphi$

CRITERIO CAÍDA DE TENSIÓN:

Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considera que la instalación interior tiene su origen en salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % y del 6,5 % para los demás usos.

Por tanto las caídas máximas admisibles serán del 4,5 % en circuitos de alumbrado, y del 6,5 % para circuitos de fuerza.

Para el cálculo de la caída de tensión se distinguirán los circuitos según sea su alimentación, de forma que la caída de tensión será:

Monofásica:
$$cdt = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{c \cdot S}$$

Trifásica:
$$cdt = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{c \cdot S}$$

L: longitud de la línea (m);
I: intensidad nominal del receptor(A);
Cosφ: factor de potencia de la línea;
c: Conductividad del material conductor (m/Ωmm²);
S: sección del conductor (mm²).

Ahora expondremos las tablas que resumen el cálculo de las líneas:

-LÍNEAS A CUADROS, GRUPO ELECTRÓGENO Y BATERÍA DE CONDENSADORES:

Receptor	L(m)	S cal(VA)	V (V)	Cos φ	In (A)	cdt	Fase	I adm (A)	S norm	Cdt (%)
CGBT(Aluminio)	0,5	186207	400	0,865	310,71	0,067	R,S,T	317	185	0,017
CGD	22	189953	400	0,865	316,84	3,025	R,S,T	317	185	0,756
Subcuadro 1	53	78666,8	400	0,85	133,58	15,954	R,S,T	144	35	3,989
Subcuadro 2	8	50950	400	0,8	91,92	3,412	R,S,T	91	16	0,853
Subcuadro 3	57	56590,2	400	0,92	88,78	17,280	R,S,T	116	25	4,320
Batería de condensadores	48	100000	400	0	259,81	0,000	R,S,T	271	95	0,000

Grupo electrógeno	26	78666,8	400	0,85	133,58	7,827	R,S,T	144	35	1,957
C.AUX	2	3746	230	0,933	17,46	0,465	T	24	2,5	0,202
Cuadro Grupo Electrógeno	0,5	78666,8	400	0,85	133,58	0,151	R,S,T	144	35	0,038

-SUBCUADRO 1:

Receptor	L(m)	S cal(VA)	V (V)	Cos φ	In (A)	cdt	Fase	I adm (A)	S norm	Cdt (%)
Unidad compacta cong	40	26685	400	0,8	48,15	2,978	R,S,T	54	16	0,745
Unidad compacta frig y man	43	8285	400	0,8	14,95	19,085	R,S,T	17,5	2,5	4,771
Evaporadores cong y R des	30	37125	400	0,9	59,54	5,967	R,S,T	70	25	1,492
Evaporador frig y R des	15	5665	400	0,9	9,09	7,587	R,S,T	13	1,5	1,897
Evaporador manip y R des	20	5665	400	0,9	9,09	10,116	R,S,T	13	1,5	2,529
Alumbrado emergencia	837	226,8	230	0,9	4,95	3,497	S	13	1,5	1,521

-SUBCUADRO 2:

Receptor	L(m)	S cal(VA)	V (V)	Cos φ	In (A)	cdt	Fase	I adm (A)	S norm	Cdt (%)
Rodillos(a)	34	15625	400	0,8	28,19	17,787	R,S,T	38	4	4,447
Envasadora al vacío	12	2920	400	0,8	5,27	1,043	R,S,T	21	1,5	0,261
Rodillos(b)	10	5625	400	0,8	10,15	1,674	R,S,T	21	1,5	0,419
Encartonadora	8	8000	400	0,8	14,43	1,905	R,S,T	21	1,5	0,476
Etiquetadora	7	2000	400	0,8	3,61	0,417	R,S,T	21	1,5	0,104
Envasadora al vacío	19	2920	400	0,8	5,27	1,651	R,S,T	21	1,5	0,413
Rodillos(c)	17	5625	400	0,8	10,15	2,846	R,S,T	21	1,5	0,711
Encartonadora	15	8000	400	0,8	14,43	3,571	R,S,T	21	1,5	0,893
Etiquetadora	14	2000	400	0,8	3,61	0,833	R,S,T	21	1,5	0,208
Envasadora al vacío	26	2920	400	0,8	5,27	2,260	R,S,T	21	1,5	0,565
Rodillos(d)	24	5625	400	0,8	10,15	4,018	R,S,T	21	1,5	1,004
Encartonadora	22	8000	400	0,8	14,43	5,238	R,S,T	21	1,5	1,310
Etiquetadora	21	2000	400	0,8	3,61	1,250	R,S,T	21	1,5	0,313

-SUBCUADRO 3:

Receptor	L(m)	S cal(VA)	V (V)	Cos ϕ	In (A)	cdt	Fase	I adm (A)	S norm	Cdt (%)
TC(trifásicas) 16 A	22	6400	400	1	9,24	4,190	R,S,T	21	1,5	1,048
TC(monofásicas) 16 A	49	3680	230	1	16,00	3,733	R	24	1,5	1,623
TC(monofásicas) 16 A	170	3680	230	1	16,00	6,476	S	24	1,5	2,816
TC(monofásicas) 16 A	105	3680	230	1	16,00	8,000	T	24	1,5	3,478
TC(monofásicas) 25 A	23	5750	230	1	25,00	1,643	R	33	2,5	0,714
Alumbrado exterior	85	1008	230	0,9	4,87	1,774	R	24	1,5	0,771
Alumbrado exterior	75	1008	230	0,9	4,87	1,565	S	24	1,5	0,681
Alumbrado exterior	75	1008	230	0,9	4,87	1,565	T	24	1,5	0,681
Alumbrado almacén	160	11250	230	1	48,91	9,317	R	57	25	4,051
Alumbrado almacén	137	11250	230	1	48,91	7,977	S	57	25	3,468
Alumbrado almacén	142	11250	230	1	48,91	8,269	T	57	25	3,595
Alumbrado Pasillo	46	259,2	230	0,9	1,25	0,247	R	24	1,5	0,107
Alumbrado Pasillo	30	259,2	230	0,9	1,25	0,161	S	24	1,5	0,070
Alumbrado Servicios	20	259,2	230	0,9	1,25	0,107	R	24	1,5	0,047
Alumbrado Servicios	21	259,2	230	0,9	1,25	0,113	S	24	1,5	0,049
Alumbrado Servicios	22	259,2	230	0,9	1,25	0,118	T	24	1,5	0,051
Alumbrado Cocina	35	291,6	230	0,9	1,41	0,211	T	24	1,5	0,092
Alumbrado Sala reuniones	38	583,2	230	0,9	2,82	0,459	R	24	1,5	0,199
Alumbrado Sala reuniones	39	583,2	230	0,9	2,82	0,471	S	24	1,5	0,205
Alumbrado Sala reuniones	40	583,2	230	0,9	2,82	0,483	T	24	1,5	0,210
Alumbrado Oficina 1	73	1620	230	0,9	7,83	2,448	T	24	1,5	1,065
Alumbrado Oficina 2	81	1620	230	0,9	7,83	2,717	S	24	1,5	1,181
Alumbrado Oficina 3	89	1620	230	0,9	7,83	2,985	R	24	1,5	1,298
Alumbrado Hall-escaleras	73	523,8	230	0,9	2,53	0,792	R	24	1,5	0,344
Alumbrado Hall	71	518,4	230	0,9	2,50	0,762	S	24	1,5	0,331
Alumbrado Cámaras	86	907,2	230	0,9	4,38	1,615	R	24	1,5	0,702
Alumbrado Cámaras	99	907,2	230	0,9	4,38	1,859	S	24	1,5	0,808
Alumbrado Cámaras	101	972	230	0,9	4,70	2,033	T	24	1,5	0,884
Alumbrado Sala G.E	33	388,8	230	0,9	1,88	0,266	T	24	1,5	0,115

-CIRCUITO AUXILIAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

Receptor	L(m)	S cal(VA)	V (V)	Cos ϕ	In (A)	cdt	Fase	I adm (A)	S norm	Cdt (%)
Alumbrado interior CT	3	60	230	0,9	0,29	0,019	T	24	1,5	0,00008
Toma corriente CT	2	3680	230	1,0	16,00	0,457	T	24	2,5	0,00199
Emergencia CT	2	6	230	0,9	0,03	0,001	T	24	1,5	0,00001

2.4 CANALIZACIONES

2.4.1 INTRODUCCIÓN

Para el cálculo de las canalizaciones hemos tenido en cuenta dónde queríamos colocar las bandejas para el cableado, y midiendo los metros que llevaríamos de cada conductor por el tramo de bandeja correspondiente, y considerando el diámetro de cada cable, hemos obtenido la anchura necesaria para cada tramo de bandeja.

La altura necesaria de cada bandeja se ha calculado teniendo en cuenta el número de filas que colocaríamos (una sobre otra) de cables, y conociendo el diámetro de cada uno obteníamos dicha altura.

En cuanto a los tubos, hemos tenido en cuenta la sección de cada conductor, y restando los metros que transcurren por las bandejas a la longitud total de la línea, hemos obtenido la longitud de tubo necesaria.

Tanto para bandejas como para tubos, hemos calculado el material necesario para el 110% de longitud, porque tendremos que realizar alguna curva con las canalizaciones.

En el plano número 7, podemos apreciar cual es la colocación de los diferentes tramos de bandeja perforada.

2.4.2 CÁLCULO DE LAS BANDEJAS

-TRAMO 1:

Líneas que pasan	Receptor	Diámetro cables(mm)
C.BAT	Batería de condensadores	83,1
C.GRUPO	Grupo electrógeno	56,8
C.1.6	Alumbrado emergencia	8,7
C.3.6	Alumbrado exterior	10,1
C.3.7	Alumbrado exterior	10,1
C.3.8	Alumbrado exterior	10,1
C.3.26	Alumbrado Cámaras	10,1

C.3.27	Alumbrado Cámaras	10,1
C.3.28	Alumbrado Cámaras	10,1

Longitud Bandeja(m)	Anchura bandeja(mm)	Altura bandeja(mm)
37	168,8	93,2

(Necesario)

nº de filas
2

-TRAMO 2:

Líneas que pasan	Receptor	Diámetro cables(mm)
C.BAT	Batería de condensadores	83,1
C.3.26	Alumbrado Cámaras	10,1
C.3.27	Alumbrado Cámaras	10,1
C.3.28	Alumbrado Cámaras	10,1
C.1.6	Alumbrado emergencia	8,7

Longitud Bandeja(m)	Anchura bandeja(mm)	Altura bandeja(mm)
26	122,1	83,1

nº de filas
1

-TRAMO 3:

Líneas que pasan	Receptor	Diámetro cables(mm)
C.BAT	Batería de condensadores	83,1
C.1.6	Alumbrado emergencia	8,7
C.3.3	TC(monofásicas) 16 A	10,1

Longitud Bandeja(m)	Anchura bandeja(mm)	Altura bandeja(mm)
5	101,9	83,1

nº de filas
1

-TRAMO 4:

Líneas que pasan	Receptor	Diámetro cables(mm)
C.BAT	Batería de condensadores	83,1
C.1.6	Alumbrado emergencia	8,7
C.3.3	TC(monofásicas) 16 A	10,1
C.1.1	Unidad compacta cong	43
C.1.2	Unidad compacta frig y man	17,5
C.1.3	Evaporadores cong y R des	41,4
C.1.4	Evaporador frig y R des	14,5
C.1.5	Evaporador manip y R des	14,5

Longitud Bandeja(m)	Anchura bandeja(mm)	Altura bandeja(mm)
8	144,9	91,8

nº de filas
2

-TRAMO 5:

Líneas que pasan	Receptor	Diámetro cables(mm)
C.1.6	Alumbrado emergencia	8,7
C.3.2	TC(monofásicas) 16 A	10,1
C.3.3	TC(monofásicas) 16 A	10,1
C.3.4	TC(monofásicas) 16 A	10,1
C.3.5	TC(monofásicas) 25 A	10,8
C.3.12	Alumbrado Pasillo	10,1
C.3.13	Alumbrado Pasillo	10,1
C.3.14	Alumbrado Servicios	10,1
C.3.15	Alumbrado Servicios	10,1
C.3.16	Alumbrado Servicios	10,1
C.3.17	Alumbrado Cocina	10,1
C.3.18	Alumbrado Sala reuniones	10,1
C.3.19	Alumbrado Sala reuniones	10,1
C.3.20	Alumbrado Sala reuniones	10,1
C.3.21	Alumbrado Oficina 1	10,1
C.3.22	Alumbrado Oficina 2	10,1
C.3.23	Alumbrado Oficina 3	10,1
C.3.24	Alumbrado Hall-escaleras	10,1
C.3.25	Alumbrado Hall	10,1

Longitud Bandeja(m)	Anchura bandeja(mm)	Altura bandeja(mm)
43	59,9	28,9

nº de filas
3

-TRAMO 6:

Líneas que pasan	Receptor	Diámetro cables(mm)
C.1.6	Alumbrado emergencia	8,7
C.3.2	TC(monofásicas) 16 A	10,1
C.3.3	TC(monofásicas) 16 A	10,1
C.3.4	TC(monofásicas) 16 A	10,1
C.3.5	TC(monofásicas) 25 A	10,8
C.3.12	Alumbrado Pasillo	10,1
C.3.13	Alumbrado Pasillo	10,1
C.3.14	Alumbrado Servicios	10,1
C.3.15	Alumbrado Servicios	10,1
C.3.16	Alumbrado Servicios	10,1
C.3.17	Alumbrado Cocina	10,1
C.3.18	Alumbrado Sala reuniones	10,1
C.3.19	Alumbrado Sala reuniones	10,1
C.3.20	Alumbrado Sala reuniones	10,1
C.3.21	Alumbrado Oficina 1	10,1
C.3.22	Alumbrado Oficina 2	10,1
C.3.23	Alumbrado Oficina 3	10,1
C.3.24	Alumbrado Hall-escaleras	10,1
C.3.25	Alumbrado Hall	10,1

Longitud Bandeja(m)	Anchura bandeja(mm)	Altura bandeja(mm)
6	59,9	28,9

nº de filas
3

-TRAMO 7:

Líneas que pasan	Receptor	Diámetro cables(mm)
C.1.6	Alumbrado emergencia	8,7
C.3.1	TC(trifásicas) 16 A	11,6
C.3.2	TC(monofásicas) 16 A	10,1
C.3.6	Alumbrado exterior	10,1
C.3.7	Alumbrado exterior	10,1

C.3.8	Alumbrado exterior	10,1
C.3.26	Alumbrado Cámaras	10,1
C.3.27	Alumbrado Cámaras	10,1
C.3.28	Alumbrado Cámaras	10,1
C.3.29	Alumbrado Sala G.E	10,1

Longitud Bandeja(m)	Anchura bandeja(mm)	Altura bandeja(mm)
27	50,6	20,3

n° de filas
2

-TRAMO 8:

Líneas que pasan	Receptor	Diámetros cables(mm)
C.2.2	Envasadora al vacío	11,6
C.2.3	Rodillos(b)	11,6
C.2.4	Encartonadora	11,6
C.2.5	Etiquetadora	11,6
C.2.6	Envasadora al vacío	11,6
C.2.7	Rodillos(c)	11,6
C.2.8	Encartonadora	11,6
C.2.9	Etiquetadora	11,6
C.2.10	Envasadora al vacío	11,6
C.2.11	Rodillos(d)	11,6
C.2.12	Encartonadora	11,6
C.2.13	Etiquetadora	11,6

Longitud Bandeja(m)	Anchura bandeja(mm)	Altura bandeja(mm)
20	46,4	34,8

n° de filas
3

2.4.3 CÁLCULO DE LOS TUBOS

-LÍNEAS A CUADROS, GRUPO ELECTRÓGENO Y BATERÍA DE CONDENSADORES:

Línea	Receptor	L línea(m)	D Tubo(mm)	Tramo tubo(m)
-------	----------	------------	------------	---------------

C.SUB1	Subcuadro 1	53	40	7
C.SUB2	Subcuadro 2	8	32	7
C.SUB3	Subcuadro 3	57	40	7
C.BAT	Batería de condensadores	48	75	7
C.GRUPO	Grupo electrógeno	26	40	14
C.AUX	C.AUX	2	12	2
C.C.GRUPO	Cuadro Grupo Electrógeno	0,5	40	0,5

-SUBCUADRO 1:

Línea	Receptor	L línea(m)	D Tubo(mm)	Tramo tubo(m)
C.1.1	Unidad compacta cong	40	32	32
C.1.2	Unidad compacta frig y man	43	20	35
C.1.3	Evaporadores cong y R des	30	40	22
C.1.4	Evaporador frig y R des	15	16	7
C.1.5	Evaporador manip y R des	20	16	12
C.1.6	Alumbrado emergencia	837	16	258

-SUBCUADRO 2:

Línea	Receptor	L línea(m)	D Tubo(mm)	Tramo tubo(m)
C.2.1	Rodillos(a)	34	20	18

-SUBCUADRO 3:

Línea	Receptor	L línea(m)	D Tubo(mm)	Tramo tubo(m)
C.3.1	TC(trifásicas) 16 A	22	20	4
C.3.2	TC(monofásicas) 16 A	49	16	14
C.3.3	TC(monofásicas) 16 A	170	16	99
C.3.4	TC(monofásicas) 16 A	105	16	75
C.3.5	TC(monofásicas) 25 A	23	16	9
C.3.6	Alumbrado exterior	85	16	44
C.3.7	Alumbrado exterior	75	16	34
C.3.8	Alumbrado exterior	75	16	34
C.3.9	Alumbrado almacén	160	20	160

C.3.10	Alumbrado almacén	137	20	137
C.3.11	Alumbrado almacén	142	20	142
C.3.12	Alumbrado Pasillo	46	16	19
C.3.13	Alumbrado Pasillo	30	16	18
C.3.14	Alumbrado Servicios	20	16	10
C.3.15	Alumbrado Servicios	21	16	11
C.3.16	Alumbrado Servicios	22	16	12
C.3.17	Alumbrado Cocina	35	16	20
C.3.18	Alumbrado Sala reuniones	38	16	16
C.3.19	Alumbrado Sala reuniones	39	16	17
C.3.20	Alumbrado Sala reuniones	40	16	18
C.3.21	Alumbrado Oficina 1	73	16	43
C.3.22	Alumbrado Oficina 2	81	16	44
C.3.23	Alumbrado Oficina 3	89	16	45
C.3.24	Alumbrado Hall-escaleras	73	16	22
C.3.25	Alumbrado Hall	71	16	20
C.3.26	Alumbrado Cámaras	86	16	20
C.3.27	Alumbrado Cámaras	99	16	25
C.3.28	Alumbrado Cámaras	101	16	20
C.3.29	Alumbrado Sala G.E	33	16	5

-CIRCUITO AUXILIAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

Línea	Receptor	L línea(m)	D Tubo(mm)	Tramo tubo(m)
C.CT1	Alumbrado interior CT	3	12	3
C.CT2	Toma corriente CT	2	12	2
C.CT3	Emergencia CT	2	12	2

2.5 PROTECCIONES DE BAJA TENSIÓN

2.5.1 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para calcular las protecciones antes debemos calcular las corrientes de cortocircuito.

Con la Icc máxima obtendremos el poder de corte de las protecciones, y con la

Icc mínima la curva de disparo.

$$I_{ccmax} = (C_t * V_{linea}) / (\sqrt{3} * |Z_{T,A}|)$$

$$I_{ccmin} = (C_t * V_{fase}) / (2 * |Z_{T,B}|)$$

Donde Ct vale 1 en el caso de la Icc máx, y vale 0.95 en el caso de Icc mín.

$Z_{T,A}$ = Impedancia total aguas arriba de la protección, a 20°C.

$Z_{T,B}$ = Impedancia total aguas arriba y aguas debajo de la protección, a la temperatura de cortocircuito (con XLPE será 250°C y con PVC será 160°C).

Para calcular las corrientes de cortocircuito debemos calcular previamente las impedancias en cada parte de la instalación:

-Impedancia de la línea de media tensión:

$$X_{red,MT} = \frac{U_{BT}^2}{S_{cc}} j$$

$$X_{red,BT} = X_{red,MT} \cdot \left(\frac{U_{BT}}{U_{MT}} \right)^2 j$$

-Impedancia del transformador:

$$X_{trafo,BT} = U_{cc} \cdot \frac{U_{BT}^2}{S_n} j$$

-Impedancia de los automatismos:

$$Z_{aut} = n \cdot 0.15 \cdot 10^{-3} j$$

-Impedancia de una línea en régimen permanente:

$$R_{línea} = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

-Impedancia de una línea en régimen transitorio:

$$R_{línea,Tcc} = R_{línea} \cdot 1 \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{cc} - 20^{\circ}C))$$

U_{BT}: tensión compuesta en baja tensión, 400 V

U_{MT}: tensión compuesta en media tensión, 13200 V

S_{cc}: potencia de cortocircuito de la línea (VA)

U_{cc}: tensión de cortocircuito, 4%

S_n: potencia nominal del transformador (VA)

n: número de automatismos aguas arriba

L: longitud de la línea (m)

S: sección del conductor (mm²)

ρ: resistividad del material a 20°C (0.017 para el cobre y 0.028 para el aluminio)

T_{cc}: temperatura de cortocircuito (250°C para el XLPE y 160°C para el PVC)

Para la I_{ccmáx} se incluirán todas las impedancias de la red, el transformador, automatismos y todas las resistencias a la temperatura de régimen permanente de aguas arriba de cada punto que se desee calcular.

Para la I_{ccmín} se incluirán todas las impedancias de la red, el transformador, automatismos y todas las resistencias a la temperatura de cortocircuito tanto de aguas arriba como las de aguas debajo de cada punto que se desee calcular.

2.5.2 PROTECCIONES

- INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS:

-El calibre (I_n) debe ser: $I_{cal} < I_n < I_{adm}$

-El poder de corte debe ser: $PdC > I_{ccmáx}$

-La curva se calculará teniendo en cuenta que la I_{ccmín} debe ser inferior a la intensidad de disparo magnético del interruptor automático.

Tenemos tres posibles curvas:

- Tipo B: $I_{MAG} = 5 \cdot I_n$
- Tipo C: $I_{MAG} = 10 \cdot I_n$
- Tipo D: $I_{MAG} = 20 \cdot I_n$

I_{cal} : corriente de cálculo de la línea(A)

I_{adm} : corriente máxima admisible de la línea(A)

I_{MAG} : corriente de disparo magnético

Nota: estos valores pueden variar según el fabricante del interruptor automático.

A la hora de realizar la selectividad amperimétrica de los interruptores automáticos, debemos tener en cuenta que la intensidad de disparo magnético del automático de aguas arriba, sea mayor que la intensidad de disparo magnético del automático de aguas abajo.

Así no se disparará nunca antes el de aguas arriba.

- INTERRUPTORES DIFERENCIALES:

-El calibre deberá ser: $I_n > \sum_{j=1}^n I_j / 2$

Es decir, el sumatorio de calibres de los interruptores magnetotérmicos que se encuentran inmediatamente aguas abajo del diferencial que queremos calcular, dividido entre dos.

- La sensibilidad deberá ser 30 mA para alumbrado, y 300 mA para el resto.

Y cuando tengamos diferenciales aguas abajo, la sensibilidad deberá ser por lo menos el doble de la sensibilidad del diferencial de aguas abajo.

2.5.3 TABLAS RESUMEN

-Líneas a cuadros, grupo electrógeno y batería de condensadores:

Receptor	RL (20°C)	ΣRL (20°C)	Xaut	RL (Tcc)	ΣRL (Tcc)	ZT, A	ZT, B
----------	-----------	------------	------	----------	-----------	-------	-------

CGBT	0,0001	0,0001	0,000	0,0001	0,005	0,026	0,026
CGD	0,002	0,000	0,0003	0,004	0,009	0,026	0,028
Línea subcuadro 1	0,026	0,007	0,0008	0,050	0,033	0,027	0,042
Línea subcuadro 2	0,009	0,002	0,0006	0,017	0,027	0,026	0,038
Línea subcuadro 3	0,039	0,002	0,0006	0,075	0,037	0,026	0,045
Batería de condensadores	0,009	0,002	0,0008	0,017	0,021	0,026	0,033
Grupo electrógeno	0,013	0,000	0,0000	0,025	0,033	0,026	0,033
Cuadro Auxiliar	0,014	0,0001	0,0003	0,026	0,040	0,026	0,047

Iccp	Iccf	tmaxIccf
9021,1	4178,6	42,34
8916,6	3965,4	47,01
8435,5	2609,7	3,89
8787,6	2897,9	0,66
8787,6	2428,5	2,29
8737,9	3262,7	18,31
8435,5	2609,7	3,9
8916,6	2303,9	0,03

-Subcuadro 1:

Receptor	RL (20°C)	ΣRL (20°C)	Xaut	RL (Tcc)	ΣRL (Tcc)	ZT, A	ZT, B
Unidad compacta cong	0,043	0,034	0,0012	0,067	0,132	0,043	0,134
Unidad compacta frig y man	0,297	0,034	0,0012	0,463	0,527	0,043	0,528
Evaporadores cong y R des	0,021	0,034	0,0012	0,032	0,097	0,043	0,100
Evaporador frig y R des	0,172	0,034	0,0012	0,269	0,333	0,043	0,334
Evaporador manip y R des	0,230	0,034	0,0012	0,359	0,423	0,043	0,424
Alumbrado emergencia	2,965	0,034	0,0012	4,626	4,690	0,043	4,690

Iccp	Iccf	tmaxIccf
5379,7	813,3	4,70
5379,7	207,0	1,77
5379,7	1089,2	6,40
5379,7	326,7	0,26
5379,7	257,8	0,41
5379,7	23,3	50,39

-Subcuadro 2:

Receptor	RL (20°C)	ΣRL (20°C)	Xaut	RL (Tcc)	ΣRL (Tcc)	ZT, A	ZT, B
Rodillos(a)	0,147	0,028	0,001	0,281	0,302	0,039	0,303
Envasadora al vacío	0,138	0,028	0,001	0,265	0,285	0,039	0,287
Rodillos(b)	0,115	0,028	0,001	0,221	0,241	0,039	0,243
Encartonadora	0,092	0,028	0,001	0,177	0,197	0,039	0,199
Etiquetadora	0,080	0,028	0,001	0,154	0,175	0,039	0,177
Envasadora al vacío	0,218	0,028	0,001	0,419	0,440	0,039	0,441
Rodillos(c)	0,195	0,028	0,001	0,375	0,396	0,039	0,397
Encartonadora	0,172	0,028	0,001	0,331	0,351	0,039	0,352
Etiquetadora	0,161	0,028	0,001	0,309	0,329	0,039	0,330
Envasadora al vacío	0,299	0,028	0,001	0,574	0,594	0,039	0,595
Rodillos(d)	0,276	0,028	0,001	0,530	0,550	0,039	0,551
Encartonadora	0,253	0,028	0,001	0,485	0,506	0,039	0,507
Etiquetadora	0,241	0,028	0,001	0,463	0,484	0,039	0,485

Iccp	Iccf	tmaxIccf
5956,9	360,5	2,66
5972,7	381,3	0,33
5972,7	450,3	0,24
5972,7	549,6	0,16
5972,7	617,4	0,13
5972,7	248,0	0,79
5972,7	275,5	0,64
5972,7	309,9	0,51
5972,7	330,6	0,44
5972,7	183,7	1,44
5972,7	198,4	1,24
5972,7	215,6	1,05
5972,7	225,4	0,96

-Subcuadro 3:

Receptor	RL (20°C)	ΣRL (20°C)	Xaut	RL (Tcc)	ΣRL (Tcc)	ZT, A	ZT, B
TC(trifásicas) 16 A	0,253	0,028	0,001	0,485	0,565	0,039	0,566
TC(monofásicas) 16 A	0,563	0,028	0,001	1,081	1,161	0,039	1,161
TC(monofásicas) 16 A	1,954	0,028	0,001	3,751	3,831	0,039	3,831
TC(monofásicas) 16 A	1,207	0,028	0,001	2,317	2,396	0,039	2,397
TC(monofásicas) 25 A	0,264	0,028	0,001	0,508	0,587	0,039	0,588
Alumbrado exterior	0,977	0,028	0,001	1,876	1,955	0,039	1,955
Alumbrado exterior	0,862	0,028	0,001	1,655	1,734	0,039	1,735
Alumbrado exterior	0,862	0,028	0,001	1,655	1,734	0,039	1,735
Alumbrado almacén	0,460	0,028	0,001	0,883	0,962	0,039	0,962
Alumbrado almacén	0,394	0,028	0,001	0,756	0,835	0,039	0,836
Alumbrado almacén	0,408	0,028	0,001	0,783	0,863	0,039	0,863
Alumbrado Pasillo	0,529	0,028	0,001	1,015	1,094	0,039	1,095
Alumbrado Pasillo	0,345	0,028	0,001	0,662	0,741	0,039	0,742
Alumbrado Servicios	0,230	0,028	0,001	0,441	0,521	0,039	0,521
Alumbrado Servicios	0,241	0,028	0,001	0,463	0,543	0,039	0,543
Alumbrado Servicios	0,253	0,028	0,001	0,485	0,565	0,039	0,566
Alumbrado Cocina	0,402	0,028	0,001	0,772	0,852	0,039	0,852
Alumbrado Sala reuniones	0,437	0,028	0,001	0,839	0,918	0,039	0,918
Alumbrado Sala reuniones	0,448	0,028	0,001	0,861	0,940	0,039	0,940
Alumbrado Sala reuniones	0,460	0,028	0,001	0,883	0,962	0,039	0,962
Alumbrado Oficina 1	0,839	0,028	0,001	1,611	1,690	0,039	1,691
Alumbrado Oficina 2	0,931	0,028	0,001	1,787	1,867	0,039	1,867
Alumbrado Oficina 3	1,023	0,028	0,001	1,964	2,043	0,039	2,044
Alumbrado Hall-escaleras	0,839	0,028	0,001	1,611	1,690	0,039	1,691
Alumbrado Hall	0,816	0,028	0,001	1,567	1,646	0,039	1,646
Alumbrado Cámaras	0,988	0,028	0,001	1,898	1,977	0,039	1,977
Alumbrado Cámaras	1,138	0,028	0,001	2,185	2,264	0,039	2,264
Alumbrado Cámaras	1,161	0,028	0,001	2,229	2,308	0,039	2,308
Alumbrado Sala G.E	0,379	0,028	0,001	0,728	0,808	0,039	0,808

Iccp	Iccf	tmaxIccf
5956,9	193,2	1,30
5956,9	94,1	5,49
5956,9	28,5	59,76
5956,9	45,6	23,39
5956,9	185,9	1,41
5956,9	55,9	15,57
5956,9	63,0	12,25
5956,9	63,0	12,25

5956,9	113,5	60,35
5956,9	130,7	45,49
5956,9	126,6	48,54
5956,9	99,8	4,88
5956,9	147,3	2,24
5956,9	209,5	1,11
5956,9	201,0	1,20
5956,9	193,2	1,30
5956,9	128,2	2,96
5956,9	119,0	3,43
5956,9	116,2	3,60
5956,9	113,5	3,77
5956,9	64,6	11,64
5956,9	58,5	14,19
5956,9	53,5	17,00
5956,9	64,6	11,64
5956,9	66,4	11,04
5956,9	55,3	15,92
5956,9	48,3	20,88
5956,9	47,3	21,70
5956,9	135,2	2,66

-Cuadro auxiliar del Centro de Transformación:

Receptor	RL (20°C)	ΣRL (20°C)	Xaut	RL (Tcc)	ΣRL (Tcc)	ZT, A	ZT, B
Alumbrado interior CT	0,034	0,014	0,0006	0,066	0,099	0,030	0,102
Toma corriente CT	0,014	0,014	0,0006	0,026	0,059	0,030	0,065
Emergencia CT	0,023	0,014	0,0006	0,044	0,077	0,030	0,077

Iccp	Iccf	tmaxIccf
7790,4	1069,5	0,04
7790,4	1692,1	0,05
7790,4	1425,0	0,02

2.6 FACTOR DE POTENCIA

La línea de la batería de condensadores partirá desde nuestro cuadro general de baja tensión, situado en el centro de transformación.

El objetivo es obtener un $\cos\varphi = 1$.

De momento tenemos una potencia activa, $P = 163818,07 \text{ W}$, con un $\cos\varphi = 0.862$ de valor medio de toda la instalación.

$$Q = P \cdot (\operatorname{tg}(\varphi_{\text{inicial}}) - \operatorname{tg}(\varphi_{\text{deseada}}))$$

$$Q = 163818,07 \cdot (\operatorname{tg}(30,907) - \operatorname{tg}(0)) = 98070,28 \text{ Var}$$

Además de la potencia reactiva necesaria para lograr el coseno deseado, debemos tener en cuenta que no siempre tendremos todos los receptores consumiendo la potencia calculada, por tanto debemos elegir una batería de condensadores con los escalones lo más pequeños posibles para adecuarnos a la curva de consumo.

Elegimos la siguiente batería de condensadores:

Varset estándar 400/415 V - 100 kvar - paso 9 x 10 car.

Tiene 9 saltos de 10 kVAr.

2.7 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

2.7.1 INTRODUCCIÓN

Según la ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y tal como está explicado en la memoria del presente proyecto, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 Voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos.

Con el objetivo de hacer más segura la instalación y aunque la nave industrial no sea un local especialmente húmedo, a la hora de calcular la puesta a tierra se ha de tener cuenta el valor de 24 voltios. Por tanto, la instalación estará protegida para que en caso de que cualquier masa pueda ponerse en tensión, esta no supere el valor de 24 voltios.

Según el reglamento, la resistividad para terreno de calizas blandas es $200 \Omega\text{m}$ de valor medio.

2.7.2 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Alrededor de la nave colocaremos un anillo con conductor de cobre desnudo, con 8 picas de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro.

Cada cuadro se conectará desde el punto más cercano a la tierra.

Como tenemos un local húmedo, la tensión entre masas y tierra no deberá sobrepasar los 24 V (tensión máxima de contacto).

La corriente máxima de disparo del interruptor diferencial de mayor sensibilidad es 1 A.

Y la resistividad del terreno que tenemos es de 200 Ωm .

Para ver si cumplimos que la tensión entre masas y tierra es menor que 24 V, debemos calcular la resistencia total de tierra.

$R_{\text{tierra}} = R_{\text{tierra, picas}} + R_{\text{tierra, anillo}}$

$$R_{\text{tierra, picas}} = \frac{\rho}{n \cdot L} = \frac{200}{8 \cdot 2} = 12.5 \Omega$$

ρ = resistividad del terreno (Ωm)

n = número de picas

L = longitud de la pica o conductor (m)

$$R_{\text{tierra, anillo}} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 200}{222.4} = 1.79 \Omega$$

Por tanto, tenemos la siguiente resistencia total de tierra:

$$R_{\text{tierra}} = 12.5 + 1.79 = 14.29 \Omega$$

Si recordamos que la máxima corriente de defecto era 1 A (sensibilidad del diferencial), comprobemos si la tensión de contacto es menor a 24 V:

$$V_c = R_{\text{tierra}} \cdot I_d = 14.29 \cdot 1 = 14.29 \text{ V} < 24 \text{ V}$$

Se cumple, por tanto elegimos para la puesta a tierra:

- Conductor desnudo de cobre, de 50 mm²
- 8 picas de 2 metros de longitud, y 14 mm de diámetro.

La separación entre el anillo de puesta a tierra de la nave y el anillo del centro de transformación, deberá comprender una distancia superior a:

$$D = \frac{\rho \cdot Id}{2\pi U} = \frac{200 \cdot 300}{2\pi \cdot 1200} = 7.95 \text{ m}$$

ρ : resistividad del terreno (Ωm)

Id: Intensidad de defecto a tierra, según Iberdrola 300A

U: 1200 V para sistemas de distribución TT

2.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.8.1 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

Colocaremos dentro de nuestro centro prefabricado una celda compacta, con dos funciones de línea y una de protección con fusibles, que incluye tanto las prestaciones de las celdas de línea como la de protección con fusibles, albergadas en una única cuba.

2.8.2 TRANSFORMADOR

2.8.2.1 INTENSIDAD NOMINAL DEL DEVANADO PRIMARIO

La intensidad nominal de la instalación en el devanado primario, vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I_{1,\text{nom}} = \frac{S_{\text{nom}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{MT}}} = \frac{250000}{\sqrt{3} \cdot 13200} = 10.93 \text{ A}$$

S_{nom} : Potencia del transformador (VA)

U_{MT} : Tensión compuesta de media tensión (V)

$I_{1, \text{nom}}$: corriente nominal primario (A)

2.8.2.2 INTENSIDAD NOMINAL DEL DEVANADO SECUNDARIO

La intensidad nominal de la instalación en el devanado secundario, vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I_{2, \text{nom}} = \frac{S_{\text{nom}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{BT}}} = \frac{250000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 360.84 \text{ A}$$

S: Potencia del transformador (VA)

U_{BT} : Tensión compuesta de baja tensión (V)

$I_{2, \text{nom}}$: corriente nominal secundario (A)

2.8.2.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DEL DEVANADO PRIMARIO

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución.

La intensidad de cortocircuito en el devanado primario vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I_{\text{cc1}} = \frac{S_{\text{cc}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{MT}}} = \frac{350 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 13200} = 15308.53 \text{ A}$$

S_{cc} : Potencia de cortocircuito de la red (VA)

U_{MT} : Tensión compuesta de media tensión (V)

I_{cc1} : Intensidad de cortocircuito primaria (A)

2.8.2.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DEL DEVANADO SECUNDARIO

La intensidad de cortocircuito en el devanado secundario vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I_{cc2} = \frac{S_{nom}}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_{BT}} = \frac{250000}{\sqrt{3} \cdot 0.04 \cdot 400} = 9021.1 \text{ A}$$

S_{nom} : Potencia nominal del transformador (VA)

U_{BT} : Tensión compuesta de baja tensión (V)

I_{cc2} : Intensidad de cortocircuito secundaria (A)

U_{cc} : tensión de cortocircuito (V)

Al obtener el valor de la I_{cc2} , sabemos que las protecciones del cuadro general de baja tensión debe tener un poder de corte superior a 10 kA.

2.8.3 CUADRO BAJA TENSIÓN

2.8.4 EDIFICIO PREFABRICADO

Teniendo en cuenta las dimensiones de las celdas de media tensión, el cuadro general de baja tensión y el transformador, hemos seleccionado un edificio prefabricado de hormigón, cuyas dimensiones son las siguientes:

Largo: 3760 mm
Ancho: 2500 mm
Alto: 3300 mm.

2.8.5 VENTILACIÓN

Vamos a calcular la superficie necesaria de las rejillas para lograr una ventilación natural.

Debemos tener en cuenta que:

- La distancia vertical entre el suelo y la parte superior de la rejilla de abajo, debe ser menor igual a 0.5 metros.

-La distancia vertical entre el centro de las dos rejillas debe ser mayor o igual a 1.3 metros.

La velocidad con la que sale el aire será:

$$V_s = \frac{\sqrt{H}}{\Delta\theta} = \frac{\sqrt{2}}{15} = 0.094 \text{ m/s}$$

El caudal de aire vendrá dado por la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{[\text{Pérdidas(vacío)} + P(\text{plenacarga})] \text{ (kW)}}{1.16 \cdot \Delta\theta} = \frac{(530 + 3250) \cdot 10^{-3}}{1.16 \cdot 15} = 0.22 \text{ m}^3/\text{s}$$

Las pérdidas de vacío y a plena carga, vienen dadas en las tablas y son función del transformador

La superficie de rejilla será:

$$S_r = \frac{1.4 \cdot Q}{v_s} = \frac{1.4 \cdot 0.22}{0.094} = 3.28 \text{ m}^2$$

$\Delta\theta$: incremento de temperatura del aire

H: distancia vertical entre el centro de las rejillas

Tendremos una rejilla en la puerta derecha del centro prefabricado, la que da a la zona del transformador, y otra 1.5 metros más arriba.

2.8.6 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA.

2.8.6.1 TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén a tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

La resistividad del terreno que tenemos es de $200 \Omega\text{m}$ de valor medio.
La corriente de defecto según la compañía suministradora será de 300 A.

La configuración de la tierra de protección es la siguiente:

Geometría (dm) / profundidad (dm) / nºpicas · Lp (m)

Lp: longitud de cada pica

Primero elegiremos la siguiente configuración y veremos si es válida: 50-30/5/42

- 1) Resistencia de tierra:

$$R_t = k_r \cdot \rho = 0.093 \cdot 200 = 18.6 \Omega$$

- 2) Tensión de defecto:

$$U_d = R_t \cdot I_d = 18.6 \cdot 300 = 5580 \text{ V} < 10000 \text{ V}$$

- 3) Tensión de paso máxima:

$$V_{p\max} = k_p \cdot \rho \cdot I_d = 0.021 \cdot 200 \cdot 300 = 1260 \text{ V}$$

- 4) Tensión de paso admisible:

$$V_{p\text{adm}} = \frac{10 \cdot k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000} \right) = \frac{10 \cdot 72}{0.7^1} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 200}{1000} \right) = 2262.85 \text{ V} > 1260 \text{ V}$$

- 5) Tensión de paso máxima en el acceso:

$$V_{p\max} (\text{acc}) = k_c \cdot \rho \cdot I_d = 0.0461 \cdot 200 \cdot 300 = 2766 \text{ V}$$

- 6) Tensión de paso admisible en el acceso:

$$V_{p\text{adm}} = \frac{10 \cdot k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho_{\text{hormigón}} + 3 \cdot \rho}{1000} \right) =$$

$$= \frac{10 \cdot 72}{0.7^1} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 1000 + 3 \cdot 200}{1000} \right) = 4731.4 \text{ V} > 2766 \text{ V}$$

La tierra de protección que hemos elegido es válida (50-30/5/42).

2.8.6.2 TIERRA DE SERVICIO

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida. Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección.

Primero elegiremos la siguiente configuración y veremos si es válida: 5/22

$$R_t = k_r \cdot \rho = 0.201 \cdot 200 = 40.2 \Omega > 37 \Omega$$

No es válida, probaremos con la configuración (5/24).

$$R_t = k_r \cdot \rho = 0.135 \cdot 200 = 27 \, \Omega < 37 \, \Omega$$

La tierra de servicio que hemos elegido es válida: 5/24.

2.8.6.3 DISTANCIA MÍNIMA ENTRE TIERRAS

Distancia mínima entre la tierra de protección y la tierra de servicio:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2\pi \cdot 1000} = \frac{200 \cdot 300}{2\pi \cdot 1000} = 9.54 \, \text{m}$$

2.8.7 CUADRO AUXILIAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el centro de transformación se dispondrá de un cuadro que proteja el alumbrado interior, una emergencia y una toma de corriente monofásica.

El cálculo del alumbrado interior se realizará de igual manera que el alumbrado interior de la nave.

Se requiere 150 lux de iluminancia media.

Hemos calculado la siguiente iluminación interior:

Local	Nº Piezas	Designación	P total [W]
CT	2	Philips TMS022 1xTL-D36W HFS	60

Para alumbrado de emergencia situaremos la siguiente luminaria sobre el CGBT:

Local	Nreal	Distribución	Nombre lámpara	P (W)	P total (W)
CT	1	Sobre CGBT	URA21	6	6



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA NAVE
INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS

DOCUMENTO N° 3: PLIEGO DE CONDICIONES

Miguel Ángel Blanco Galbarra

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 17/1/2013

ÍNDICE:

3.1 OBJETO DE ESTE PLIEGO

3.2 CONDICIONES DE ÁMBITO GENERAL

3.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA

3.2.2 EJECUCION DE OBRAS

3.2.3 LOS MATERIALES Y APARATOS, SU PROCEDENCIA

3.2.4 INTERPRETACION Y DESARROLLO DEL PROYECTO

3.2.5 OBRAS COMPLEMENTARIAS

3.2.6 MODIFICACIONES

3.2.7 TRABAJOS DEFECTUOSOS

3.2.8 MEDIOS AUXILIARES

3.2.9 CONSERVACION DE LAS OBRAS Y PLAZO DE GARANTIA

3.2.10 RECEPCIÓN PROVISIONAL DE LAS OBRAS

3.2.11 RECEPCIÓN DEFINITIVA

3.2.12 PERSONAL

3.2.13 APARELLAJE

3.3 CONDICIONES ECONOMICAS

3.3.1 ABONO DE LA OBRA

3.3.2 PRECIOS

3.3.3 REVISION DE PRECIOS

3.3.4 CONTRATO

3.3.5 FIANZA

3.3.6 PENALIZACIONES

3.3.7 RESCISION DE CONTRATO

3.3.8 RESPONSABILIDADES

3.4 CONDICIONES TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES

3.4.1 NORMAS Y PLIEGOS DE APLICACION

3.4.2 EXAMEN DE LOS MATERIALES ANTES DE SU EMPLEO

3.4.3 CASO DE QUE LOS MATERIALES NO SATISFAGAN LAS

CONDICIONES

3.4.4 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

3.4.5 CONDICIONES ESPECÍFICAS DE LOS CONDUCTORES Y MATERIALES DE

BAJA TENSIÓN

3.5 CONDICIONES TÉCNICAS QUE HA DE CUMPLIR LA EJECUCION

3.5.1 REPLANTEO

3.5.2 INSTALACIONES ELECTRICAS EN GENERAL

3.1 OBJETO DE ESTE PLIEGO:

Este Pliego de Condiciones determina los resultados necesarios para la ejecución de las instalaciones eléctricas de una instalación general, cuyas características técnicas están especificadas en el presente proyecto.

Afectará a todas las obras que comprende el proyecto; señalarán las normas a seguir para la ejecución de las obras, los criterios a aplicar, las pruebas a realizar en las recepciones, el plazo de garantía y abono de las obras, etc.

Así pues son objeto del presente Pliego de Condiciones todas las obras que para los distintos oficios de la construcción con inclusión de materiales y medios auxiliares sean necesarias para llevar a término la obra proyectada que se detalla en los planos y demás documentación, así como todas otras que por el carácter de reforma surjan durante el transcurso de las mismas, y aquellas que en el momento de la redacción del proyecto se pudiesen omitir y fuesen necesarias para la completa terminación de la obra.

Si en el transcurso de los trabajos fuese necesario ejecutar cualquier clase de obras que no estuviese especificada en este Pliego de Condiciones, el constructor se verá obligado a ejecutarlas con arreglo a las condiciones e instrucciones que al efecto recibirá de la Dirección Facultativa.

3.2 CONDICIONES DE ÁMBITO GENERAL:

3.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA

El presente documento tiene por objeto el establecimiento de las condiciones con arreglo a las cuales, ha de realizarse la ejecución de las obras de las redes de alimentación de una instalación general en Baja Tensión.

3.2.2 EJECUCIÓN DE OBRAS

Comienzo

El contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de la firma del contrato.

El contratista esta obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de sus trabajos.

Plazo de ejecución

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo posterior que este condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

Libro de órdenes

El contratista dispondrá en la obra de un Libro de Órdenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

3.2.3 LOS MATERIALES Y APARATOS, SU PROCEDENCIA

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, siempre que reúnan las condiciones exigidas en el contrato, que estén perfectamente preparados para el objeto a que se apliquen, y sean empleados en la obra conforme a lo preceptuado en el Pliego de Condiciones y a lo ordenado por el Arquitecto Director.

Como norma general, el Contratista vendrá obligado a presentar el Certificado de Garantía o Documento de Idoneidad Técnica de los diferentes materiales destinados a la ejecución de la obra.

Todos los materiales y, en general, todas las unidades de obra que intervengan en la construcción del presente proyecto, habrán de reunir las condiciones exigidas por el Pliego de Condiciones, por lo que el Arquitecto podrá rechazar el material o unidad de obra que no reúna las condiciones exigidas, sin que el contratista pueda hacer reclamación alguna.

3.2.4 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de ésta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del proyecto.

El contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aun cuando halle explícitamente expresado en el Pliego de Condiciones o en los documentos del proyecto.

El contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o

conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar oculta, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos. De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizara en base a los datos o criterios de medición aportados por este.

3.2.5 OBRAS COMPLEMENTARIAS

El contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

3.2.6 MODIFICACIONES

El contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en mas o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo, con los valores establecidos en el presupuesto entregado por el contratista y que ha sido tomado como base del contrato. El Técnico Director de obra esta facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que se cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

3.2.7 TRABAJOS DEFECTUOSOS

El contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos pueda existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servir de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que por el Arquitecto Director o su auxiliar, no se haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que le hayan sido valoradas las certificaciones parciales de obra, que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta. Así mismo será de su responsabilidad la correcta conservación de las diferentes partes de la obra, una vez ejecutadas, hasta su entrega.

Cuando el Arquitecto director o su representante en la obra presumiesen la existencia de vicio o defectos de construcción, sea en el curso de la ejecución de las obras o antes de su recepción definitiva se podrá ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria siendo los gastos de estas operaciones por cuenta del contratista.

En el supuesto de que la reparación de la obra, de acuerdo con el proyecto, o su demolición, no fuese técnicamente posible, se actuara sobre la devaluación económica de las unidades en cuestión, en cuantía proporcionada a la importancia de los defectos y en relación al grado de acabado que se pretende para la obra.

En caso de reiteración en la ejecución de unidades defectuosas, o cuando estas sean de gran importancia la propiedad podrá optar, previo asesoramiento de la dirección facultativa, por la rescisión de contrato sin perjuicio de las penalizaciones que pudiera imponer a la Contrata en concepto de indemnización.

3.2.8 MEDIOS AUXILIARES

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y maquinas auxiliares que sean precisas para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección a sus operarios.

3.2.9 CONSERVACION DE LAS OBRAS Y PLAZO DE GARANTIA

El contratista queda en conservar por su cuenta hasta que sean recibidas provisionalmente todas las obras que interese el proyecto.

Asimismo queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía de 2 años. Durante éste deberá realizar cuantos trabajos sean precisos para mantener las obras ejecutadas en perfecto estado, de acuerdo con lo dispuesto en pliego de cláusulas administrativas generales para la contratación de obras del estado.

El periodo de garantía empezará a constar desde la fecha de aprobación del acta de recepción. En caso de hallarse anomalías u obras defectuosas, la Dirección Técnica concederá un plazo prudencial para que sean subsanadas y si a la expiración del mismo resultase que aun el Constructor no hubiese cumplido su compromiso, se rescindirá el contrato, con pérdida de la fianza, ejecutando la propiedad las reformas necesarias con cargo a la citada fianza.

Una vez terminadas las obras se procederá a realizar su limpieza final. Asimismo todas las instalaciones, camino provisionales, depósitos o edificios construidos con carácter temporal, deberán ser removidos y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Todo ello se efectuará de forma que las zonas afectadas queden totalmente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante. La limpieza final y retirada de instalaciones se consideran incluidas en el contrato y, por tanto, su realización no será objeto de abono directo.

3.2.10 RECEPCIÓN PROVISIONAL DE LAS OBRAS

Terminadas las obras e instalaciones y como requisito previo a la recepción provisional de las mismas, la dirección facultativa procederá a realizar los ensayos y medidas necesarios para comprobar que los resultados y condiciones de las instalaciones son satisfactorias. Si los resultados no fuesen satisfactorios, el contratista realizará cuantas operaciones y modificaciones sean necesarias para lograrlos.

Obtenidos los resultados satisfactorios, se procederá a la redacción y firma de documento de recepción provisional, al que acompañan dos actas firmadas por la dirección facultativa y visada por el colegio oficial correspondiente en las que se recoja lo siguiente.

Al término de las obras y antes de la entrada en servicio serán examinadas y comprobadas por la dirección facultativa, las condiciones de funcionamiento de la

instalación, las normas de control de la ejecución, prueba de servicio y criterio de medición que nos marca las N.T.E. el reglamento de A.T. y B.T., iberdrola y la D.G.A., y si las mismas son adecuadas se procederá a redactar el documento de recepción provisional al que se adjuntarán las siguientes actas:

- Acta de comprobación de los resultados eléctricos.

 - Medición de la caída de tensión.

 - Medición de las tierras.

 - Medición del aislamiento.

 - Medición del factor de protección.

 - Comprobación de las conexiones.

Comprobación de las protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida se hará constar así en el acta y se darán al contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta del contratista.

3.3.2.11 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Transcurrido el plazo de garantía y antes de proceder a la recepción definitiva de las instalaciones, se efectuará la revisión de todos los elementos integrantes de la misma. Se realizarán los mismos ensayos y comprobaciones definitivas para la recepción provisional comprobándose los resultados y subsanándose todas las diferencias que se observen. Concurrirán el director de obra y el representante del contratista, levantándose acta, por duplicado si las obras son conformes, y quedará firmada por el director de obra y el representante del contratista siendo posteriormente ratificada por el contratante y el contratista.

3.2.12 PERSONAL

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirlas instrucciones y ordenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el numero y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

3.2.13 APARELLAJE

Antes de poner el aparellaje bajo tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fase y tierra. Las medidas deben repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y contactos abiertos.

Todo relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetro y voltímetro, según se necesite.

Se dispondrá, en lo posible, de un sistema de protección selectiva. De acuerdo con esto, los relés de protección se elegirán y coordinarán para conseguir un sistema que permita actuar primero el dispositivo de interrupción más próximo a la falta.

El Contratista prepara curvas de coordinación de rele y calibrado de estos para todos los sistemas de protección previstos.

Se comprobará los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.

Todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los rele de protección. Se comprobarán todos los enclavamientos.

3.3 CONDICIONES ECONÓMICAS:

3.3.1 ABONO DE LA OBRA

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuara de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

3.3.2 PRECIOS

El Contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el Proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

3.3.3 REVISIÓN DE PRECIOS

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la formula a aplicar para calcularla. En defecto de esta ultima, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

3.3.4 CONTRATO

Para la ejecución de la obra, deberá existir un contrato entre el propietario y el contratista. En dicho contrato deberán figurar: nombre y dirección de ambos (propietario y contratista), debiendo acreditar este último su capacidad legal para realizar el trabajo, nombre y dirección de los técnicos que intervienen en la instalación, pliego de condiciones por el que se rige la instalación, revisión de precios aplicables, fianza establecida, trabajos especiales no contratados, beneficio industrial, forma de pago y plazos de ejecución y recepción.

El contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de la obra en relación con el proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas. Es obligación del propietario facilitar al contratista la lectura total del presupuesto, de los planos y del presente Pliego.

3.3.5 FIANZA

El propietario puede exigir del contratista una fianza o aval bancario del 5% del valor de las obras como máximo.

Si el contratista se negara a efectuar los trabajos necesarios para ultimar las condiciones contratadas o con las deficiencias habidas en la recepción provisional, podrá ordenarse la ejecución a un tercero, abonando en su nombre la fianza sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario.

La fianza deberá ser abonada al contratista en un plazo no superior a 15 días, contada desde la fecha del acto de recepción definitiva, devengando a partir de ese momento un interés del 1% mensual.

3.3.6 PENALIZACIONES

Por retraso en los planos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de señalización cuyas cuantías y demoras se fijaran en el contrato.

3.3.7 RESCISION DE CONTRATO

El contrato puede ser rescindido por cualquiera de las causas reconocidas como válidas en las cláusulas del mismo o en la vigente legislación. Toda diferencia o falta de acuerdo en el cumplimiento del contrato será resuelta por vía judicial, pudiendo no obstante, si ambas partes convienen en ello, acatar el fallo dictado por un tercer perito o tribunal nombrado a tal efecto.

Podrán ser causas de resolución del contrato unilateralmente por parte del propietario, sin que medie indemnización ninguna a la Empresa contratista cuando se cometa reincidencia alguna de las faltas que a continuación se exponen:

- Si la empresa contratista no respetase las prescripciones de la oferta.
- Si la Empresa Contratista no mantuviera sus compromisos en realización de las obras.
- En general, si la Empresa Contratista no cumpliera cualquiera de las restantes especificaciones acordadas.
- La no-observancia de las medidas de seguridad en el trabajo.
- Causar daños o perjuicios a las instalaciones o servicios de la sociedad.
- El incumplimiento de las leyes laborales vigentes, en especial, el impago de impuestos y seguros sociales.

3.3.8 RESPONSABILIDADES

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya reconocido y examinado las obras.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y los derechos que puedan derivarse de ellos.

3.4 CONDICIONES TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES:

3.4.1 NORMAS Y PLIEGOS DE APLICACIÓN

Los materiales deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del pliego, citándose como referencia:

*R.A.T.B. Reglamento electrotécnico de baja tensión y alta tensión.

*N.T.E. Normas tecnológicas de la edificación.

- *U.N.E. Normas UNE
- *R.I.E. Recomendaciones técnicas para las instalaciones eléctricas en edificios I.E.T.
- *N.T.D.I. Normas técnicas y detalles de instalaciones del I.E.T.

Las normas relacionadas completan las prescripciones del presente pliego en lo referente a aquellos materiales y unidades de obra no mencionados expresamente en él, quedando a juicio del ingeniero director, solucionar las posibles contradicciones existentes.

3.4.2 EXAMEN DE LOS MATERIALES ANTES DE SU EMPLEO

Para garantizar las calidades exigidas, la Dirección Facultativa podrá exigir certificado de calidad en origen de todo el material empleado en la construcción.

La Dirección Facultativa se reserva el derecho de obtener cuantas muestras estime oportunas para realizar cuantos análisis o pruebas considere necesario, tanto en Taller como "in situ".

La toma de muestras se extenderá al 5% de los elementos a examinar; caso de que no se encuentre defecto inadmisibles según las normas reseñadas, se dará el lote por bueno. Si se hallase un defecto, la revisión se extenderá a otro 10% dándose por bueno el lote si no se encontrase defecto inadmisibles.

En caso de hallarse un nuevo defecto, la toma de muestras podría extenderse al total de los materiales. Todos los lotes defectuosos deberán ser sustituidos por el suministrador, lo cual no representará ninguna modificación de las condiciones de contratación (precio, plaza de entrega, etc.).

Solamente el primer muestreo será con cargo a la propiedad, siempre que el resultado sea satisfactorio, siendo los otros por cuenta del suministrador.

Tanto en Taller como en montaje, el adjudicatario deberá disponer de los medios que la Dirección Facultativa considere como más adecuados para realizar las comprobaciones geométricas (teodolito, nivel, cinta métrica, plomada, plantillas, etc.).

3.4.3 CASO DE QUE LOS MATERIALES NO SATISFAGAN LAS CONDICIONES

Cuando los materiales no satisfagan a los que para cada caso particular se determine en los artículos anteriores, el contratista se atenderá a lo que sobre este punto ordene por escrito el ingeniero director para el cumplimiento de lo preceptuado en los respectivos artículos del presente pliego.

3.4.4 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

El empleo de los materiales no excluye la responsabilidad del contratista por la calidad de ellos, y quedará subsistente hasta que se reciban definitivamente los obras en que dichos materiales se hayan empleado.

Asimismo la vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del contratista.

3.4.5 CONDICIONES ESPECÍFICAS DE LOS CONDUCTORES Y MATERIALES DE BAJA TENSIÓN

La línea que parte de las bornas de baja tensión del transformador de potencia hasta el cuadro de baja tensión será realizada en cable con aislamiento mínimo de 1000 voltios.

En los extremos se colocarán terminales de compresión para la conexión al cuadro y al transformador.

Si la protección en baja tensión se realiza con cartuchos fusibles de A.P.R. su poder mínimo deberá ser de 50 KA.

El cuadro de baja tensión dispondrá de un borne de conexión para el conductor neutro.

La protección a tierra se realizará disponiendo de dos circuitos de tierra independientes:

- Uno para dar tierra a las masas de los herrajes, la cuba del transformador y las mallas equipotenciales (y pararrayos o auto válvulas si hay).

- Un circuito de tierra del neutro, para dar tierra exclusivamente al neutro de baja tensión.

La resistencia que hay que obtener en cada circuito ha de ser inferior a 12 Ohm.

El electrodo del neutro del transformador se situará a una distancia no inferior a 20 m del Centro Transformación.

Todos los aparallajes y demás materiales que estén en el centro de transformación cumplirán con las normas de Iberdrola., normas UNE, recomendaciones UNESA, reglamento de alta y baja tensión y legislación complementaria vigente.

Conductores, hilos y cables sencillos para instalaciones, serán de cobre las tolerancias admitidas en la sección serán del 3% en mas y 1.5% en menos entendiéndose por sección la media de la medida en varios puntos y en un rollo.

Si en un solo punto la sección es 3% menor que la norma el conductor no será admitido.

Las secciones mínimas serán de 1.5 mm².

Los hilos y cables sencillos serán de cobre estañado, con un aislamiento que cumpla las condiciones del apartado siguiente.

Serán todos directamente procedentes de fábrica, desechándose los que acusen deterioro por mal trato, picaduras, u otros defectos en su envoltura exterior.

Los cables e hilos aislados tendrán las secciones que indican los planos, o las que designe el ingeniero encargado de las obras.

El aislamiento será de material plástico o caucho y de espesor uniforme, no tolerándose diferencias mayores de un 10%. Cumplirán todas las prescripciones de las normas UNE 21011.

Los tubos para alojar conductores eléctricos serán de PVC circulares con tolerancia del 5% en el diámetro.

El diámetro de los tubos será tal que los conductores no ocupen más de la mitad de la sección del tubo y puedan sustituirse con facilidad.

El contratista presentará modelos del tipo de tubos que vaya a emplear, para su aprobación por el ingeniero de la obra. Asimismo, se deberán cumplir todas las prescripciones del R.B.T, y deberán soportar 60° C sin deformación.

Gran parte de la instalación se realizara sobre bandeja perforada, cumpliendo también las prescripciones del R.B.T.

3.5 CONDICIONES TÉCNICAS QUE HA DE CUMPLIR LA EJECUCIÓN:

3.5.1 REPLANTEO

El contratista hará el replanteo general de las obras de la traza marcando de una manera completa y detallada cuantos puntos sean precisos y convenientes para determinación mas completa de sus alineaciones y demás elementos. Asimismo señalará también sobre el terreno, puntos o referencias de nivel con las correspondientes referidas a un único plano de comparación.

De este replanteo, que deberán presenciar el ingeniero director por si mismo o delegar en persona autorizada debidamente, se levantará acta suscrita por el ingeniero director y contratista o por sus representantes. A partir de la fecha del acta y durante todo el tiempo que se invierta en la ejecución de las obras, la vigilancia y conservación de las señales o puntos determinantes de traza y nivelación correrá a cargo del contratista.

Será de cuenta del contratista de conformidad con lo dispuesto en el epígrafe a) del articulo 4 del decreto 137/1960 de 4 de febrero, todos los gastos que el replanteo ocasione.

El contratista llevará a cabo durante la ejecución de las obras cuantos replanteos parciales estime necesarios. En todos ellos deberá atenerse al replanteo general previamente efectuado, y será de la exclusiva responsabilidad del contratista, siendo así mismo de su cuenta cuantos gastos se originen por ello.

El ingeniero director podrá en todo momento proceder a comprobar los replanteos hechos por el contratista, siendo obligación de este el facilitar a su cargo, todo el personal y cuantos elementos juzgue preciso el ingeniero para realizar con la mayor seguridad la comprobación que desee.

Cuando el resultado de esta comprobación, sea cualquiera la fecha y época en que se ejecute, se encontrarán errores de traza, nivelación o de otra clase, el ingeniero ordenará la demolición de lo erróneamente ejecutado, restitución a su estado anterior de todo aquello que indebidamente haya sido excavado o demolido, y ejecución de las obras accesorias o de seguridad para la obra definitiva que pudieran ser precisas como consecuencias de las falsas operaciones hechas.

Todos los gastos de demoliciones y de obras accesorias o de seguridad son de cuenta del contratista sin derecho a ningún abono por parte de la administración y sin que nunca pueda servir de pretexto el que el ingeniero haya visto o visitado con anterioridad y sin hacer observación alguna las obras que ordena demoler o rectificar, o incluso, el que ya hubieran sido abonadas en relaciones o certificaciones mensuales anteriores.

3.5.2 INSTALACIONES ELECTRICAS EN GENERAL

El trabajo eléctrico estará de acuerdo, en general, con las prácticas establecidas en las instalaciones eléctricas, deberá seguir todos los requerimientos del reglamento electrotécnico español y/o de las autoridades que tengan jurisdicción sobre el mismo y estará de acuerdo con lo establecido en esta especificación.

El contratista eléctrico empleará herramientas y equipos, requeridos para la ejecución del trabajo, de la mayor calidad existente en el mercado.

Conductores:

Todos los conductores serán de una tensión nominal no inferior a 1000 V, con aislamiento de XLPE, de secciones adecuadas a la carga a transportar según proyecto, siendo todos ellos de cobre.

En todos los circuitos se empleará cable de protección, que será de la misma sección que los conductores activos.

Para la identificación de los conductores se seguirá lo dispuesto en la ITC-BT-26 y los colores de PVC que recubran los conductores serán:

Fase Marrón, gris o negro.

Neutro Azul claro.

Protección amarillo y verde.

Las conexiones se realizarán en cajas de derivación de plástico, estancas al polvo, y de dimensiones adecuadas, mediante regletas de conexión.

Conductores de fuerza:

Los conductores serán de cobre, de la sección indicada en el proyecto para cada caso; su aislamiento será de XLPE para una tensión nominal no inferior a 1000 V.

Las conexiones se realizarán mediante regletas de conexión de dimensiones adecuadas, en caja de derivación metálicas de las dimensiones correspondientes a los conductores que en ellas se alojen.

Los conductores irán bajo tubo de acero, estanco, cuyos empalmes se realizarán mediante manguito roscado. El diámetro de los tubos será el necesario para alojar los cables que vayan a pasar, siguiendo las recomendaciones de la Inst. MIBT 019.

Tendido y conexionado de los conductores eléctricos:

La instalación eléctrica cumplirá en todos sus aspectos con lo mencionado en el reglamento electrotécnico para baja tensión con sus instrucciones complementarias.

Todos los cables eléctricos deberán ser cuidadosamente examinados antes de ser instalados, comprobando si presentan algún defecto visible. Durante su transporte y manipulación se cuidará de no dañar la cubierta, así como la no formación de nudos, torsiones o tracciones exageradas, y nunca se les someterá en su tendido a curvaturas de radio inferior a seis veces el diámetro exterior del cable.

Interruptor automático:

Son interruptores capaces de establecer, mantener e interrumpir las intensidades de corrientes de servicio, o de establecer e interrumpir automáticamente, en condiciones

predeterminadas intensidades de corriente anormalmente elevadas, tales como las corrientes de cortocircuito.

Deberá ser de corte omnipolar. Los circuitos interiores tendrán una protección contra sobrecargas y cortocircuitos mediante el empleo de interruptores automáticos magnetotérmicos calibrados según las necesidades del circuito correspondiente que protegen, de las características siguientes, tal como aparece en el esquema unifilar correspondiente.

Estos dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que se puedan provocar calentamientos perjudiciales. Para ello la intensidad utilizada en cada circuito tendrá que ser menor o igual que la intensidad nominal del dispositivo de protección, y esta a su vez menor o igual que la intensidad admisible en la línea en régimen permanente.

También tendrá que cumplir la regla del poder de corte, es decir, el poder de corte del dispositivo de protección será mayor que la intensidad de la corriente de cortocircuito máximo en el punto donde este instalado este dispositivo.

Además tendrá que satisfacer la regla del tiempo de corte, es decir, el tiempo de corte del dispositivo de protección debe ser inferior al tiempo necesario para que la temperatura de los conductores llegue al límite admisible

Serán del tipo y denominación que se fijan en el proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, lleven impresa la marca de conformidad a Normas UNE y haya sido aprobado por la dirección facultativa.

Deberán estar provistos de un dispositivo de sujeción a presión, para que puedan fijarse rápidamente y de manera segura a un carril normalizado. Los contactos de los automáticos deberán estar fabricados con material resistente a la fusión.

Todos los interruptores deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos exigidos a esta clase de material en la norma UNE 20.347 81.

Interruptor diferencial (o toroidal):

Son aparatos electromecánicos o asociación de aparatos destinados a provocar la apertura de los contactos cuando la corriente diferencial alcanza un valor dado.

Protegen contra contactos indirectos y son dispositivos de corte por intensidad de defecto, se utilizarán de alta y media sensibilidad, las características y colocación de estos serán las indicadas en los esquemas unifilares.

Serán del tipo y denominación que se fijan en el proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, lleven impresa la marca de conformidad a Norma UNE, cumplan la norma UNE 20.383 y haya sido aprobado por la dirección facultativa.

Reaccionarán con toda intensidad de derivación a tierra que alcance o supere el valor de la sensibilidad del interruptor.

La capacidad de maniobra debe garantizar que se produzca una desconexión perfecta en caso de cortocircuito y simultánea derivación a tierra.

Por él deberán pasar todos los conductores que sirvan de alimentación a los aparatos receptores, incluso el neutro.

Será de corte omnipolar. Su intensidad admisible será mayor que la del circuito que proteja. La intensidad de cortocircuito admisible por el aparato será mayor que las que pudiesen presentarse en el circuito.

La intensidad de defecto será de 30 mA. para alumbrado y oficinas y de 300 mA. para los circuitos de fuerza.

Interruptores:

Todos estos aparatos llevarán inscritos en una de sus partes principales y de forma bien legible la marca de fábrica, así como la tensión e intensidad nominales. Los aparatos de tipo cerrado llevarán una indicación clara de su posición de abierto cerrado. Los contactos tendrán dimensiones adecuadas para dejar paso a la intensidad nominal del aparato, sin excesivas elevaciones de temperatura. Las partes bajo tensión deberán estar fijadas sobre piezas aislantes, suficientemente resistentes al fuego, al calor y a la humedad y con la conveniente resistencia mecánica.

Las aberturas para entrada de conductores deberán tener el tamaño suficiente para que pueda introducirse el conductor correspondiente con su envoltura de protección.

La parte móvil debe servir únicamente de puente entre los contactos de entrada y salida. Las piezas de contacto deberán tener elasticidad suficiente para asegurar un contacto perfecto y constante. Los mandos serán de material aislante. Los soportes para conseguir la ruptura brusca no servirán de órganos de conducción de corriente.

Todo el material comprendido en este apartado deberá haber sido sometido a los ensayos de tensión, aislamiento, resistencia al calor y comportamiento al servicio exigido en esta clase de aparatos, en las normas UNE 20.109, 20.353, 20.361 y 20.362.

Estos mecánicos se situarán a 1,10m del suelo, siempre que no se indique otra cosa en el resto del Proyecto por características especiales. Se esmerará la colocación de los mismos, así como todos los elementos empotrados, a fin de evitar correcciones posteriores. Se dejarán rabillos de conexión suficientemente largos para permitir la fácil revisión de los mismos.

Tomas de corriente:

Las cajas y clavijas comprendidas en este apartado serán las construidas para una tensión mínima de 400V.

Todos estos aparatos llevarán inscritos en una de sus partes principales y de forma bien legible la marca de fábrica, así como la tensión e intensidad nominales. Los contactos tendrán dimensiones adecuadas para dejar paso a la intensidad nominal del aparato, sin excesivas elevaciones de temperatura. Las partes bajo tensión deberán estar fijadas sobre piezas aislantes, suficientemente resistentes al fuego, al calor y a la humedad y con la conveniente resistencia mecánica.

Deberán haber sido sometidos a los ensayos de tensión, aislamiento, calentamiento, resistencia mecánica y de comportamiento de servicio que se estipulan en la norma UNE 20.315-79.

Las aberturas para entrada de conductores deberán tener el tamaño suficiente para que pueda introducirse el conductor correspondiente con su envoltura de protección.

Se situarán a una altura de 30 cm. Medidos desde el suelo siempre que no se indique otra cosa en el resto del Proyecto por características especiales. Se esmerará la colocación de los mismos, así como todos los elementos empotrados, a fin de evitar correcciones posteriores. Se dejarán rabillos de conexión suficientemente largos para permitir la fácil revisión de los mismos.

Para la conexión de los conductores deberán emplearse bornas de conexión con tornillos, debiendo disponerse de espacio suficiente para que la colocación pueda ser hecha con facilidad. Además deberán estar equipadas con el correspondiente borne de puesta a tierra.

Puntos de luz:

La instalación deberá quedar terminada con un portalámparas, tipo baquelita o semejante, por cada punto de luz. Todos llevarán toma de tierra.

Las pantallas de fluorescentes, interruptores, etc, serán estancas al polvo del tipo especificado en el proyecto, así mismo, en este, vendrá dado el grado de protección de los elementos.

La iluminación será la adecuada para no producir zonas de sombras ni deslumbramientos, y su distribución puede observarse en plano adjunto del proyecto.

Las lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio, irán provistas del equipo necesario para su encendido y para corregir el factor de potencia hasta un 0,85 mínimo. Esto se realizara de forma automática, a partir de una batería de condensadores y para todos los aparatos y máquinas de la nave industrial en general.

En oficinas vestuarios, el tubo será de PVC flexible empotrado en la pared, y de las dimensiones adecuadas según el proyecto.

Alumbrado de emergencia:

Los conductores serán de cobre, de sección indicada en el proyecto para cada caso, su aislamiento será de PVC para una tensión nominal mínima de 750 V.

La instalación de los aparatos se realizará sobre las puertas de salida y en aquellas zonas principales de paso.

Deberá proporcionar una iluminación adecuada durante al menos una hora, de forma automática y autónoma.

Tomas de tierra:

Para conseguir una adecuada puesta a tierra y asegurar con ello unas condiciones mínimas de seguridad, deberá realizarse la instalación de acuerdo con las instrucciones siguientes:

La puesta a tierra se hará a través de picas de acero recubiertas de cobre, de la sección calculada según el proyecto, estando de acuerdo con la instrucción 017 del RBT.

La configuración de las mismas debe ser redonda, de alta resistencia, asegurando una máxima rigidez para facilitar su introducción en el terreno, evitando que la pica se doble debido a la fuerza de los golpes.

Todas las picas tendrán un diámetro mínimo de 19mm y su longitud será de 1,5 metros.

Para la conexión de los dispositivos del circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta que los esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de cortocircuito son muy elevados.

Los conductores que constituyan las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección no podrá ser en ningún caso menor de 16mm² de sección para las líneas principales de tierra si son de cobre.

Los conductores desnudos enterrados en el suelo se considerarán que forman parte del electrodo de puesta a tierra.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra una separación y aislamiento apropiados a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos conductores en caso de falta.

El recorrido de los conductores será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua, en la que no podrán incluirse ni masa ni elementos metálicos, cualesquiera que estos sean. Las conexiones a masa y a elementos metálicos se efectuarán siempre por derivaciones del circuito principal.

Estos conductores tendrán un buen contacto eléctrico, tanto con las partes metálicas y masa como con el electrodo. A estos efectos, se dispondrá que las conexiones de los conductores se efectúen con todo cuidado, por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando una buena superficie de contacto de forma que la conexión sea efectiva, por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldaduras de alto punto de fusión.

Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc.

Además también deberán quedar conectados a tierra:

Al menos un hierro de las zapatas de hormigón armado (utilizando soldadura autógena).

Sistemas de tuberías metálicas accesibles.

Depósitos, instalaciones de calefacción, antenas, pararrayos.

Masas metálicas accesibles en cuartos de baño y aseos, estableciendo una conexión equipotencial entre todas ellas.

Acometida:

Será subterránea, a tres fases y neutro.

El conductor será de cobre, de sección indicada en el proyecto, su aislamiento será de polietileno reticulado para una tensión nominal de aislamiento de 1000 V.

Se realizará la instalación bajo tubo de acero roscado, de diámetro especificado en el proyecto, en el fondo de una zanja de una profundidad mínima de 0,8 m.

Se colocará un tubo de reserva junto al otro, según especifica la instrucción MIBT 019. Ambos tubos irán embebidos en hormigón en masa.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA NAVE
INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS

DOCUMENTO Nº 4: PLANOS

Miguel Ángel Blanco Galbarra

Jose Javier Crespo Ganuza

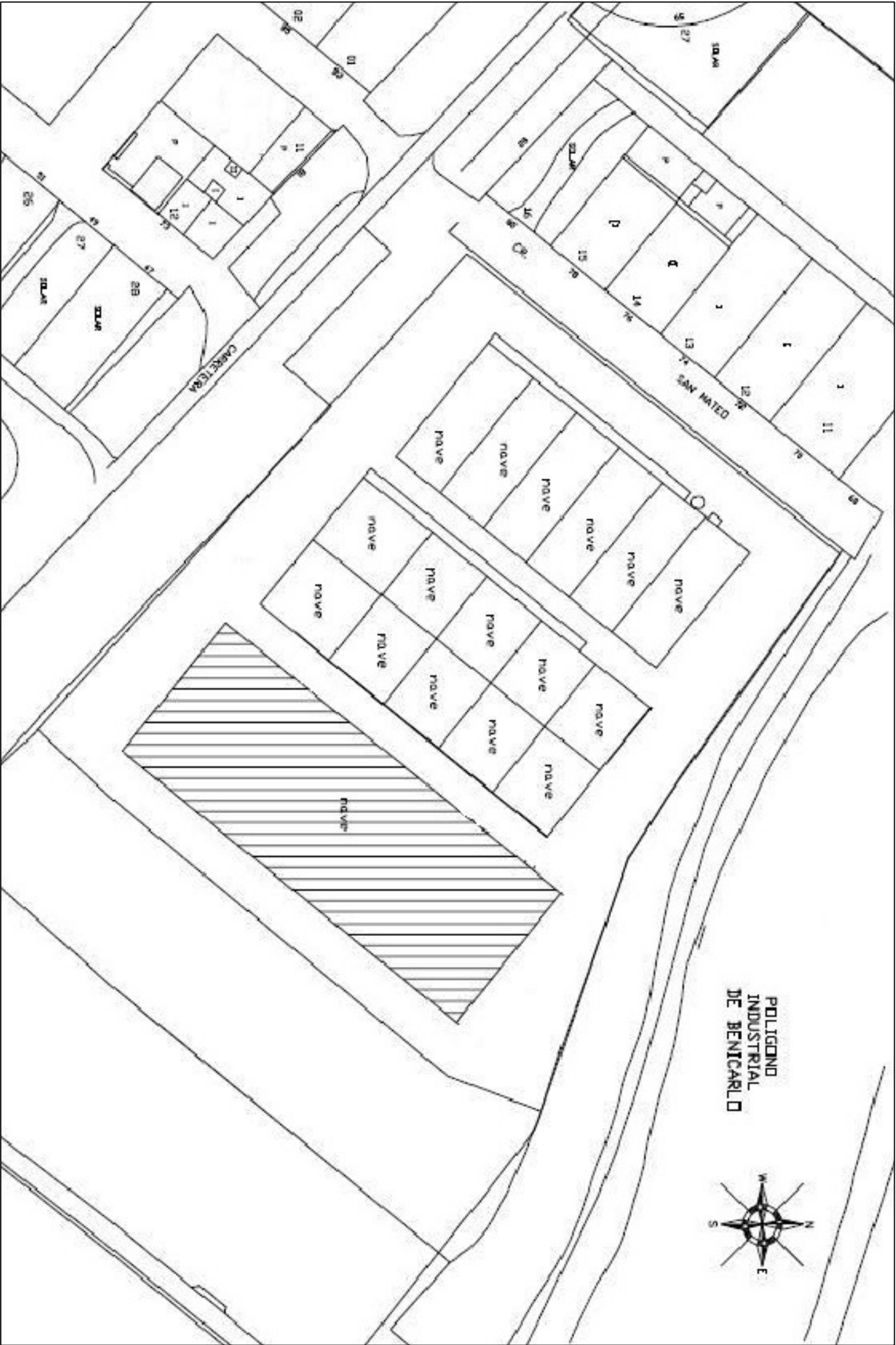
Pamplona, 17/1/2013

ÍNDICE

PLANO 1 -	SITUACIÓN
PLANO 2 -	EMPLAZAMIENTO
PLANO 3 -	PLANTA NAVE
PLANO 4 -	RECEPTORES FUERZA
PLANO 5 -	ALUMBRADO INTERIOR Y EXTERIOR
PLANO 6 -	ESQUEMAS MANDO Y FUERZA
PLANO 7 -	ALUMBRADO EMERGENCIA
PLANO 8 -	BANDEJAS
PLANO 9 -	PUESTA A TIERRA
PLANO 10 -	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
PLANO 11 -	UNIFILAR
PLANO 12 -	UNIFILAR SUBCUADRO 1
PLANO 13 -	UNIFILAR SUBCUADRO 2
PLANO 14 -	UNIFILAR SUBCUADRO 3 (parte 1)
PLANO 15 -	UNIFILAR SUBCUADRO 3 (parte 2)



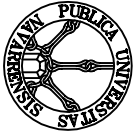
Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS		REALIZADO: BLANCO GALBARRA, MIGUEL ÁNGEL		FIRMA:		
PLANO: SITUACIÓN		FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:		
		30/12/12	N/D	1		

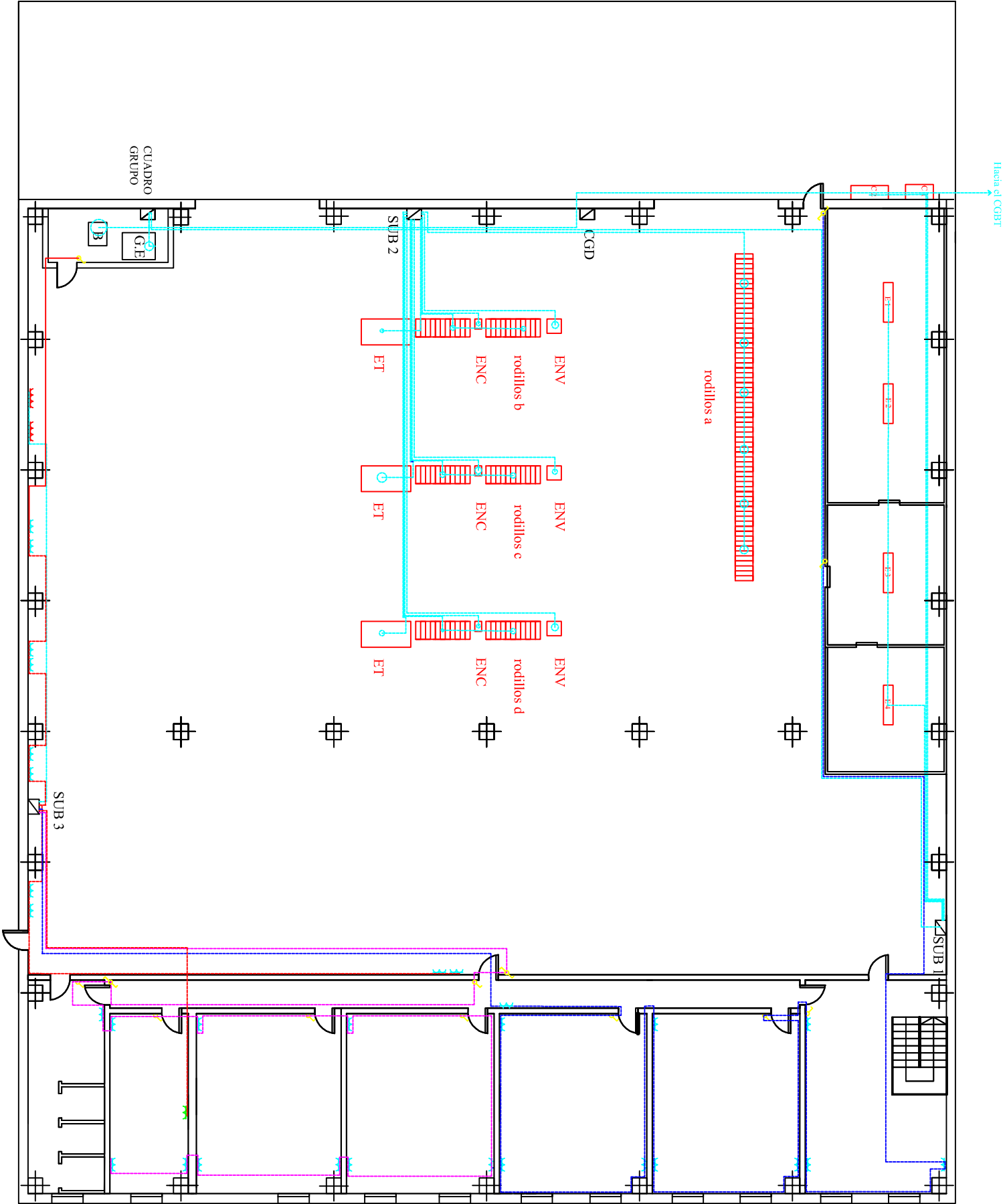


Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa			
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS		REALIZADO: BLANCO GALBARRA, MIGUEL ÁNGEL	
		FIRMA:	
PLANO:	EMPLAZAMIENTO	FECHA: 30/12/12	ESCALA: N/D
		Nº PLANO: 2	



Local o zona	Superficie (m2)
Almacén	1527,47
Sala grupo	24,43
Pasillo	39,71
Servicios	41,57
Cocina	35,77
Sala de reuniones	66,28
Oficina 1	67,55
Oficina 2	67,55
Oficina 3	67,55
Hall	76,14
Cámara congelación	87,32
Cámara manipulación	41,51
Cámara frigorífica	36,81
Carga / descarga	473
TOTAL	2379,66

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div><div>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div></div>	
<div>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS</div>		<div>REALIZADO: BLANCO GALBARRA, MIGUEL ÁNGEL</div>		<div>FIRMA:</div>	
<div>PLANO: PLANTA NAVE</div>		<div>FECHA: 30/12/12</div>	<div>ESCALA: N/S</div>	<div>Nº PLANO: 3</div>	



- C1-Unidad compacta c.congelación

C2-Unidad compacta c.frig y c. maníp

E1-Evaporador c.cong

E2-Evaporador c.cong

E3-Evaporador c. maníp

E4-Evaporador c.frig

ENV- Envasadora al vacío

ENC- Encomandadora

ET- Etiquetadora

G.E.- Grupo Electrógeno

B- Batería de condensadores

SUB1,SUB2,SUB3- Subcuidado 1,2,3
- Interruptor

Commutador

Toma Corriente Monofásica 16A

Toma Corriente Trifásica 16A

Toma Corriente Monofásica 25A

Línea Trifásica

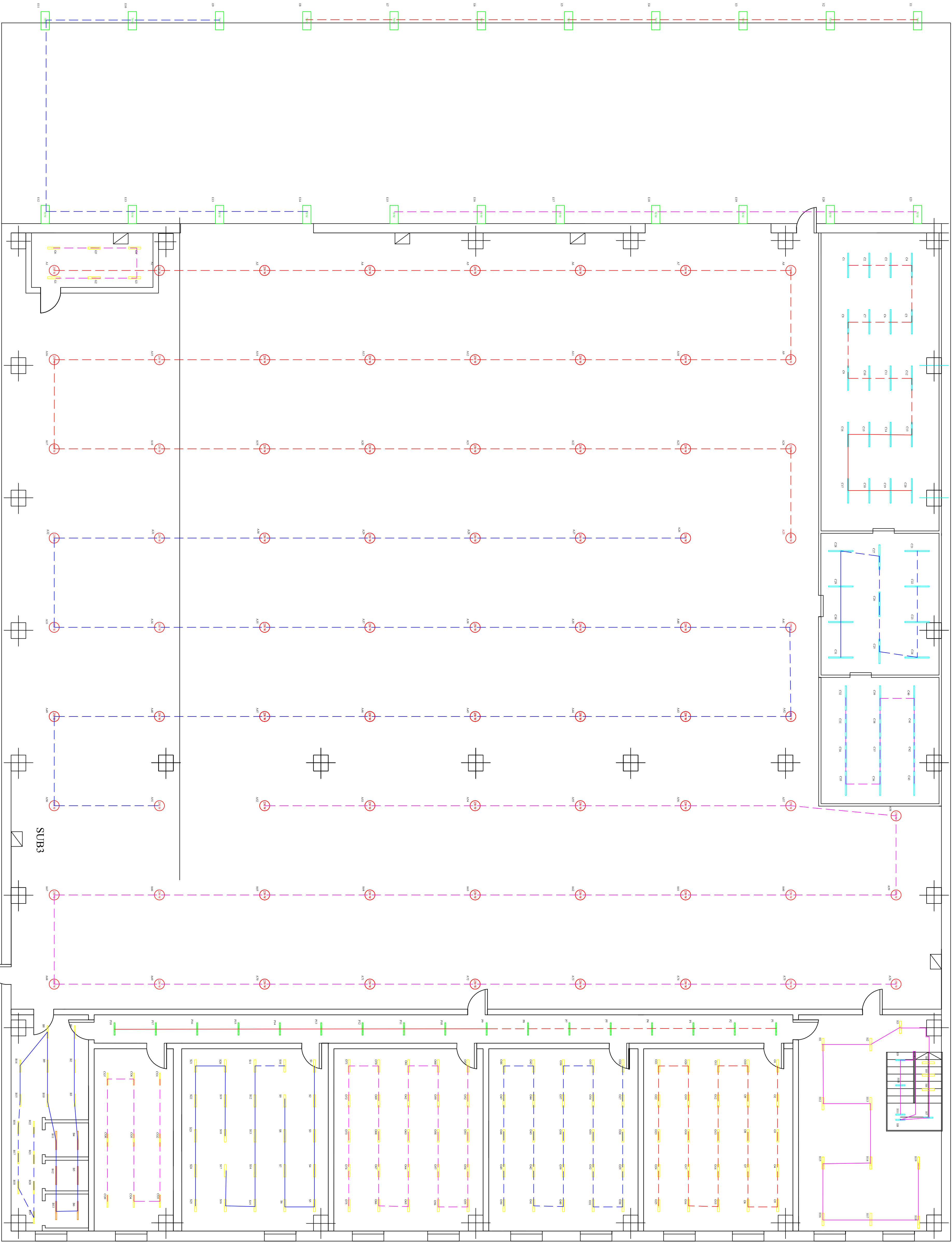
Línea fase R

Línea fase S

Línea fase T

Cuadro eléctrico

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS			REALIZADO: BLANCO GALBARRA, MIGUEL ÁNGEL		
			FIRMA:		
PLANO: RECEPTORES FUERZA			FECHA: 30/12/12	ESCALA: N/D	Nº PLANO: 4



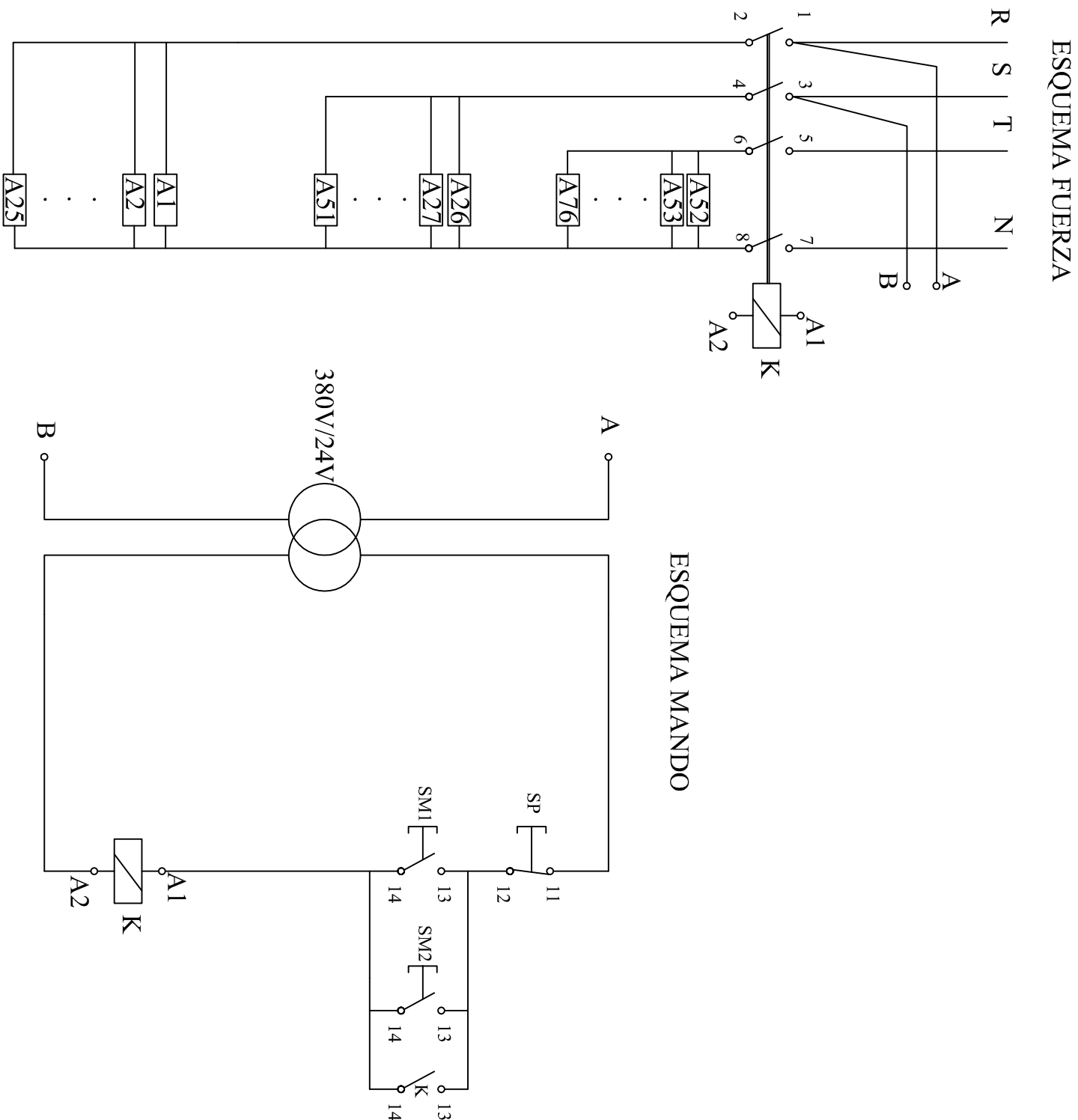
- 70 W Philips SCP681 GB 1xCDO-TT70W CR P1
- 250 W Philips HPK080 1xHPP-P250W-BU R GC
- Philips TMS022 1xTL-D36W HFS
- Philips TMS022 1xTL-D30W HFS
- Philips TMS022 2xTL-D18W HFS
- Philips TMS022 1xTL-D18W HFS
- Philips TMS022 1xTL-D18W HFE
- Philips TMS022 1xTL-D15W HFS



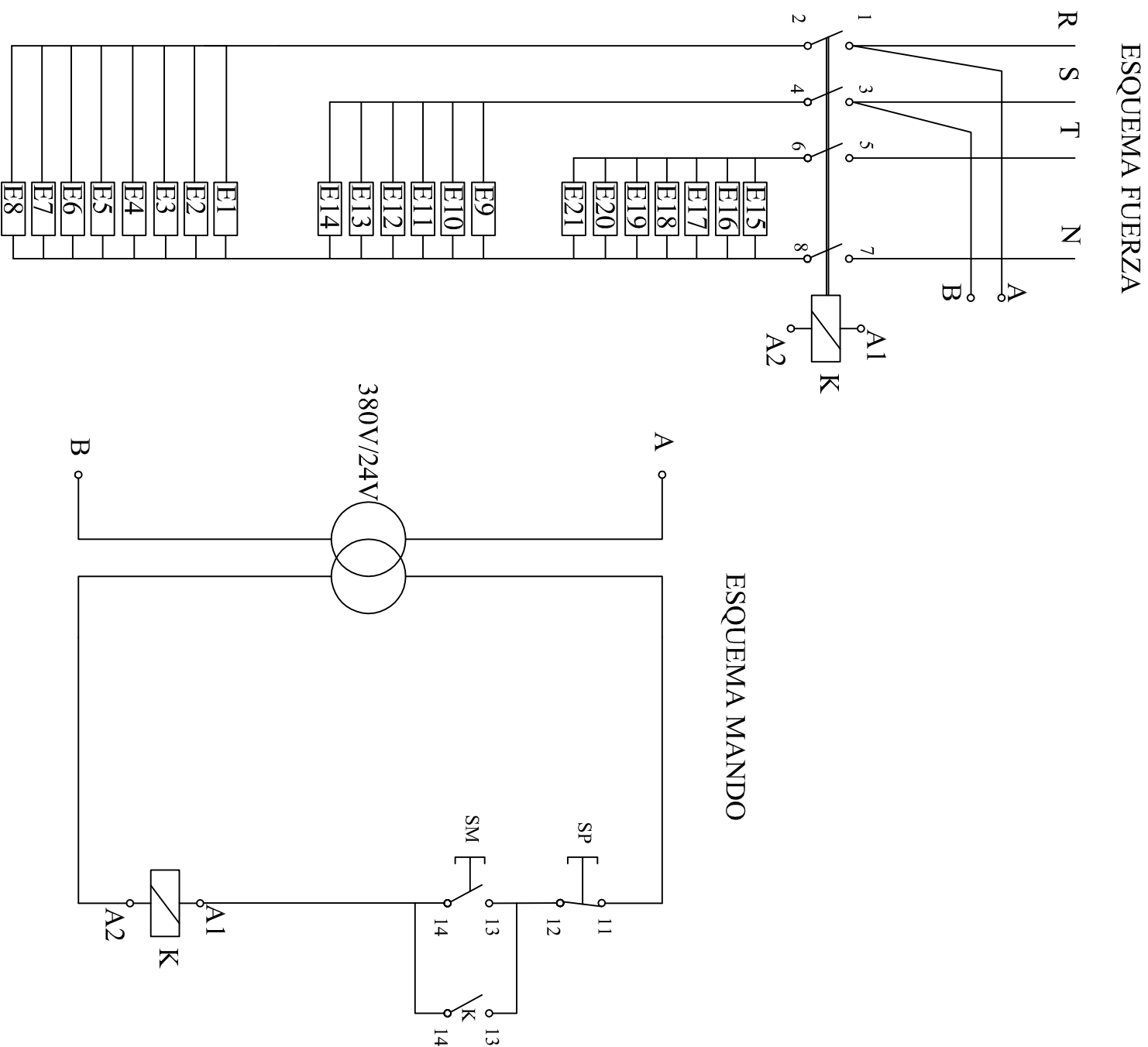
NOTA: Todas las líneas de alumbrado interior y exterior de la nave se llevarán al Subcuardo 3 (SUB3)

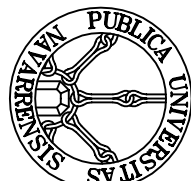
Universidad Pública de Navarra		E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
Mataroko		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		REALIZADO: BLANCO GALIBARRA, MIGUEL	
Unibertsitate Publikoa		PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS		FIRMA: ANGEL	
PLANO: ALUMBRADO INTERIOR Y EXTERIOR		FECHA: 30/12/12		Nº PLANO: 5	

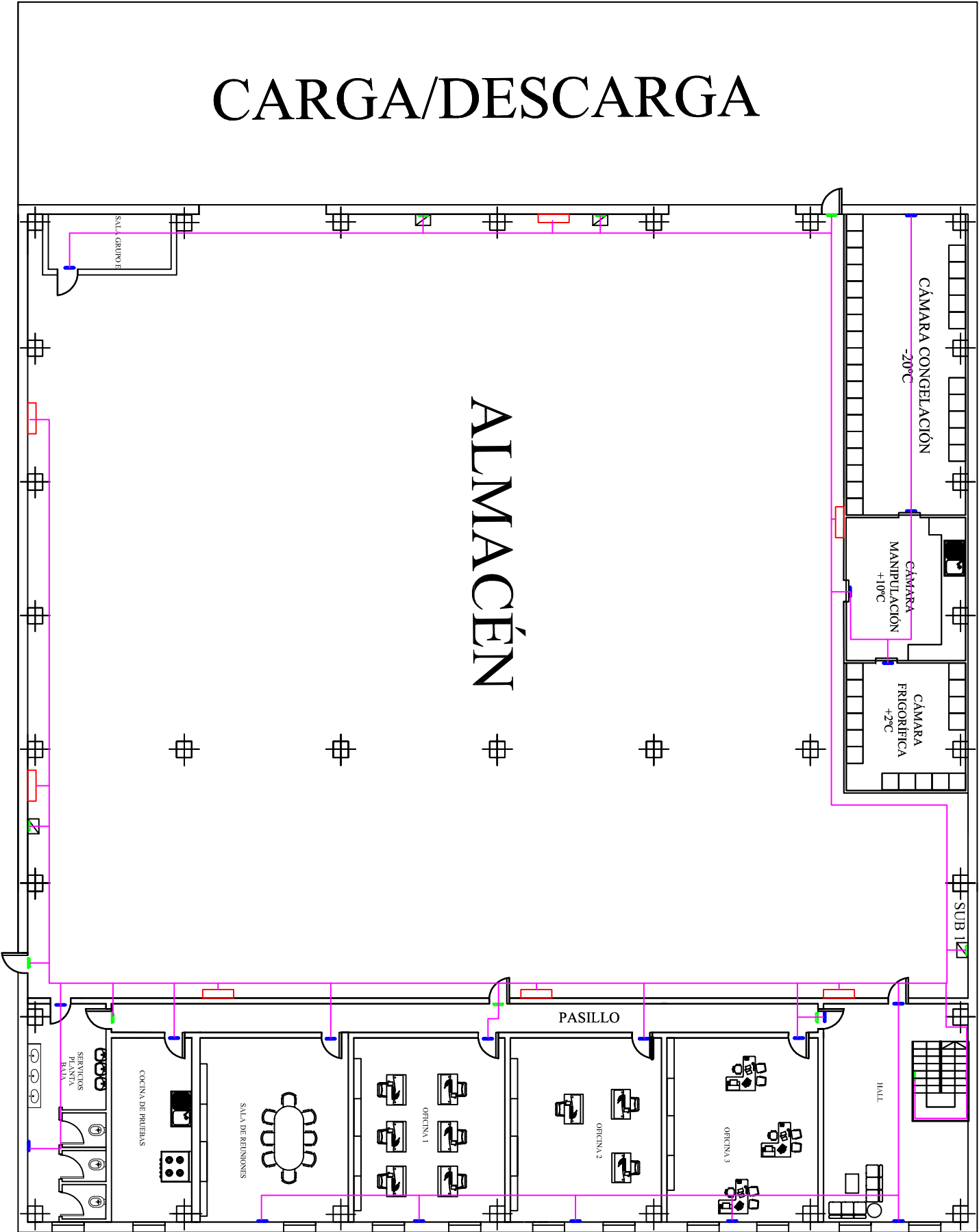
ALUMBRADO ALMACÉN




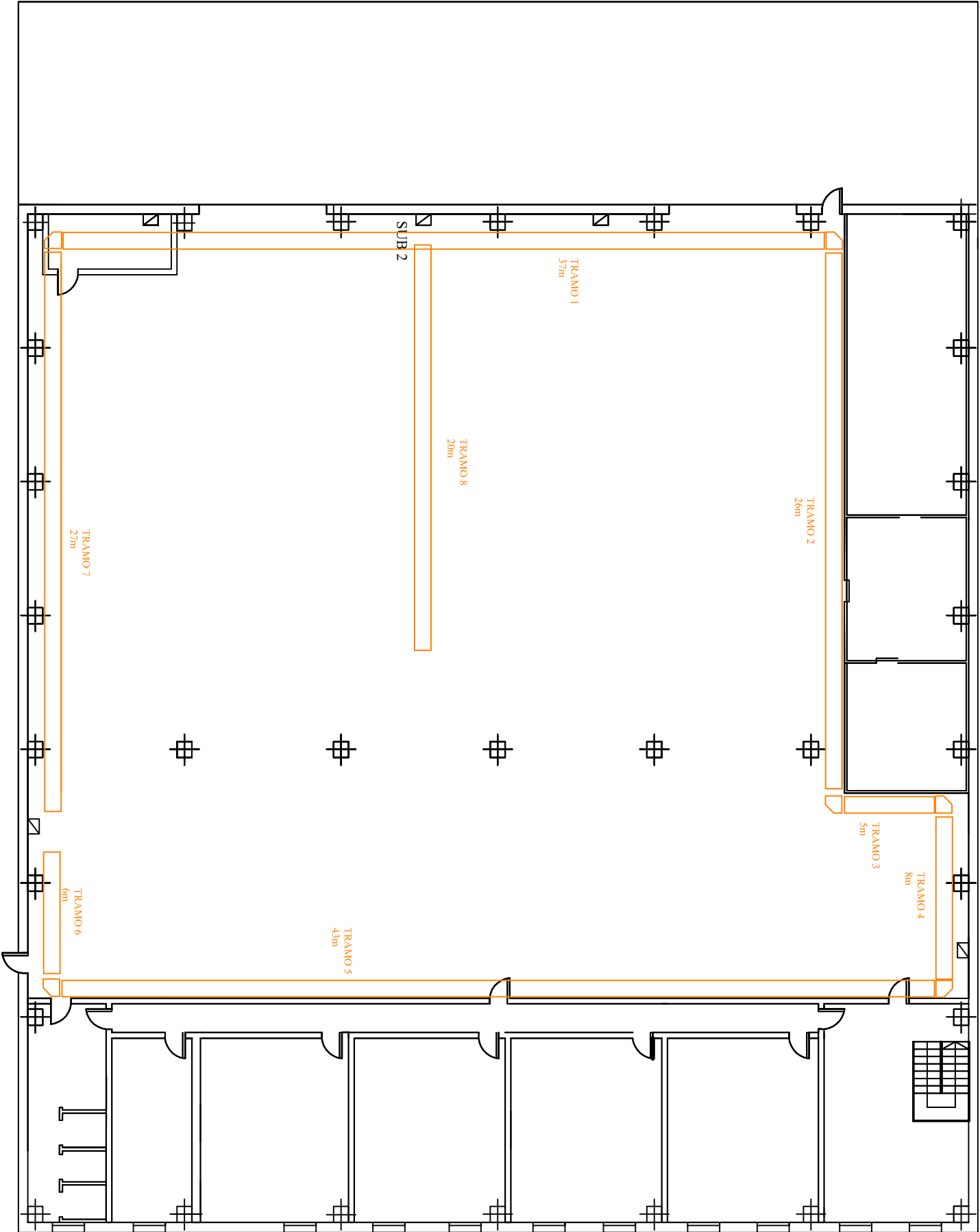
ALUMBRADO EXTERIOR




 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.			
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS				REALIZADO: BLANCO GALBARRA, MIGUEL ÁNGEL
				FIRMA:
PLANO:	FECHA: 30/12/12	ESCALA: N/D	Nº PLANO: 6	

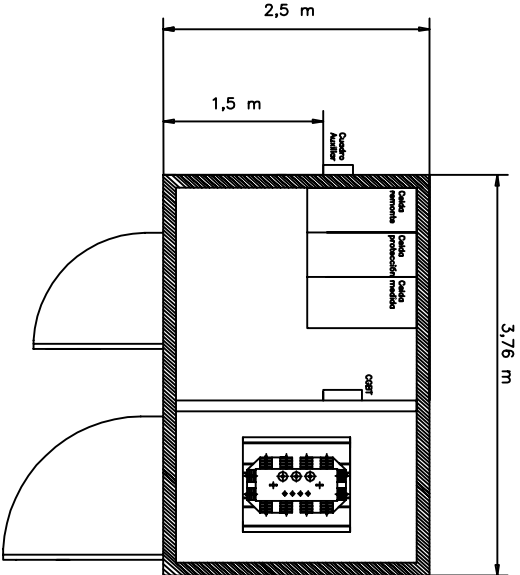


<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div><div>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div></div>	
<div>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS</div>		<div>REALIZADO: BLANCO GALBARRA, MIGUEL ÁNGEL</div>		<div>FIRMA:</div>	
<div>PLANO: ALUMBRADO EMERGENCIA</div>		<div>FECHA: 30/12/12</div>	<div>ESCALA: N/D</div>	<div>Nº PLANO: 7</div>	

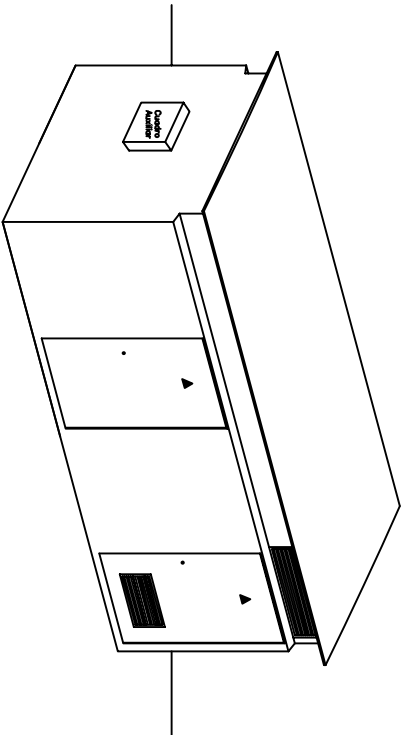


- TRAMOS 1,2,3 y 4:
- Bandeja perforada U23X(200x100 mm) a una altura de 5 metros sobre el nivel del suelo
- TRAMOS 5,6 y 7:
- Bandeja perforada U23X(75x60 mm) a una altura de 5 metros sobre el nivel del suelo
- TRAMO 8:
- Bandeja perforada U23X(75x60 mm) bajo falso suelo

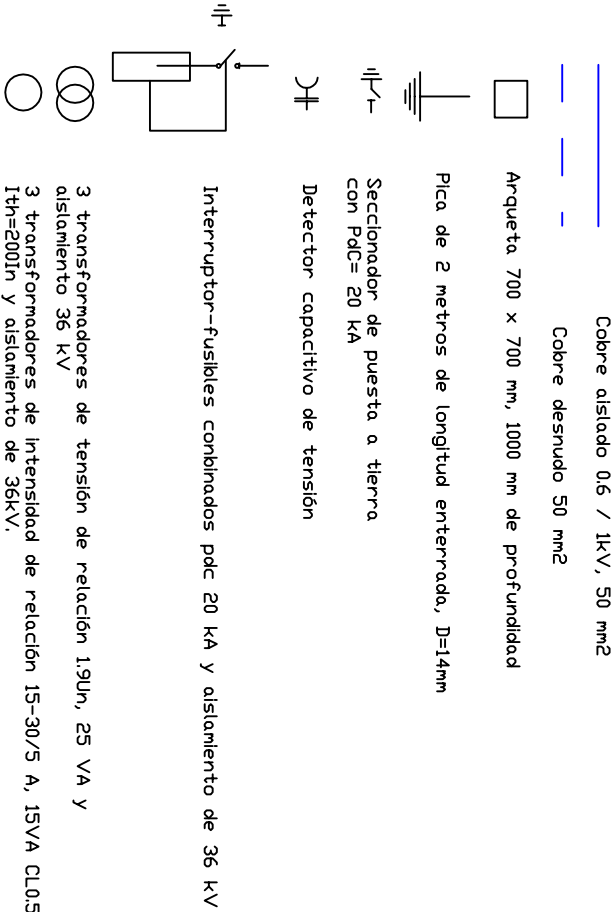
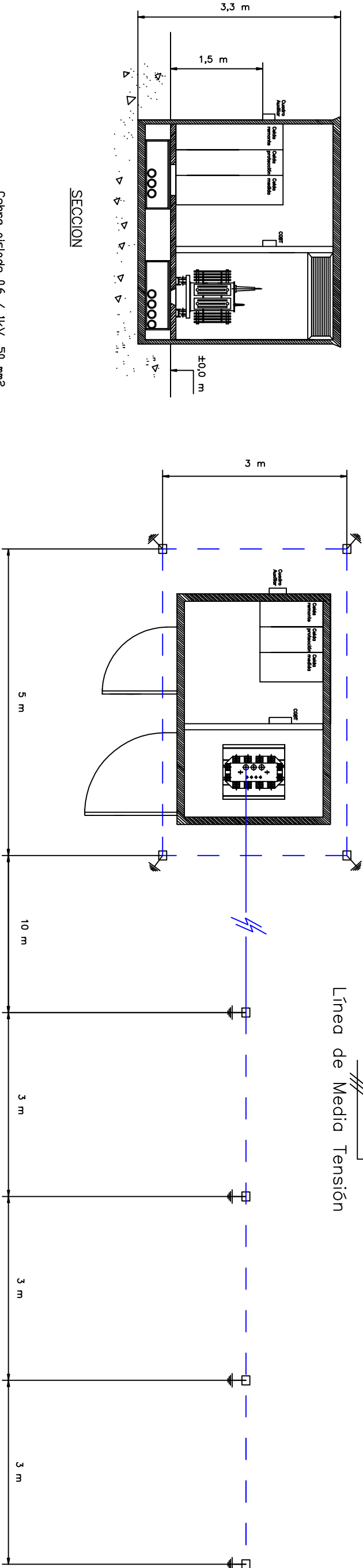
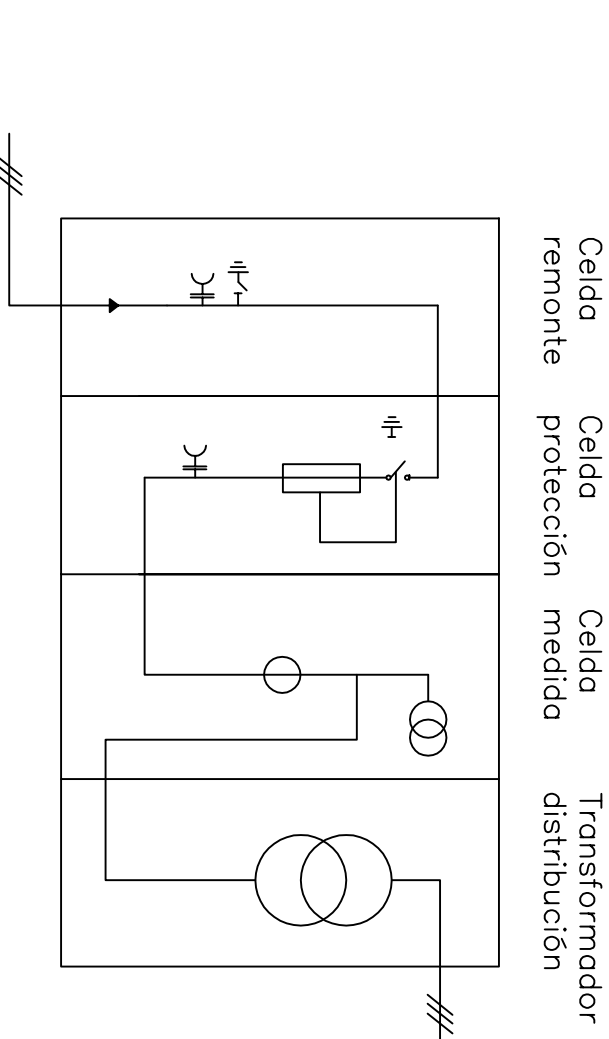
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS		REALIZADO: BLANCO GALBARRA, MIGUEL ÁNGEL		
PLANO: BANDEJAS	FIRMA:		FIRMA:		
	FECHA: 30/12/12	ESCALA: N/D	Nº PLANO: 8		




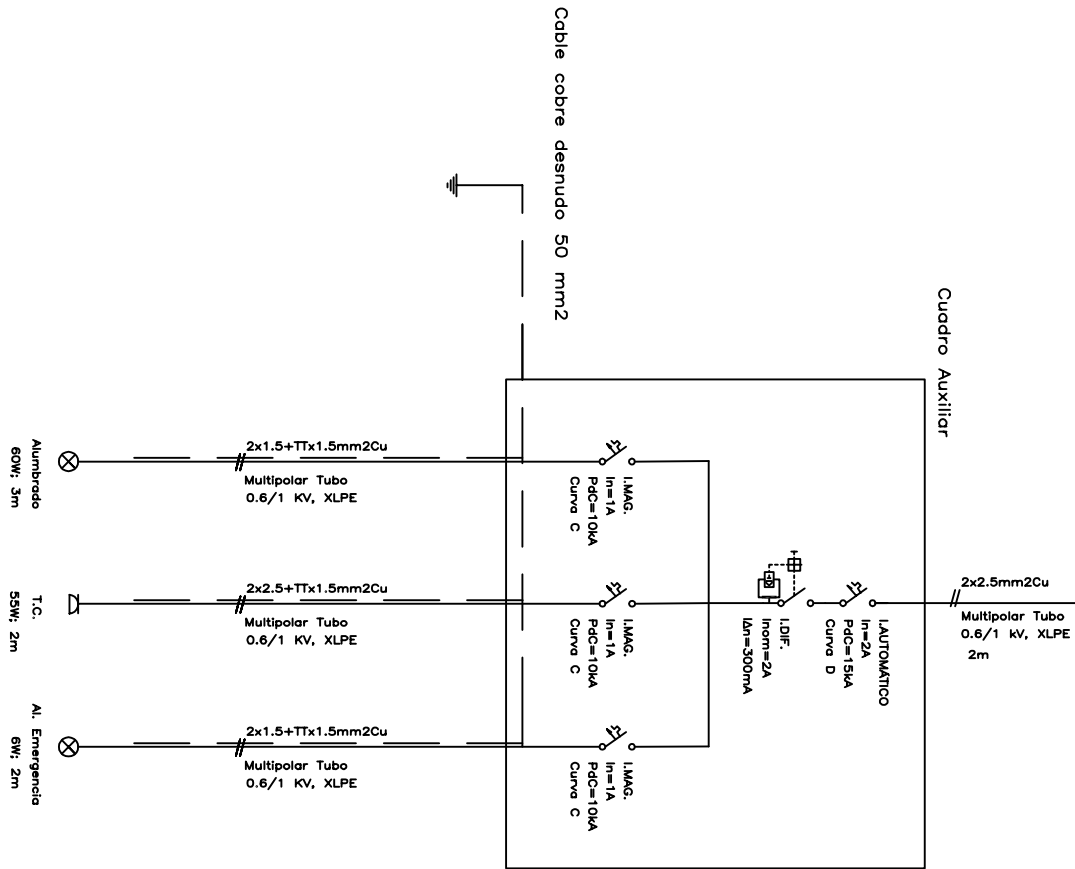
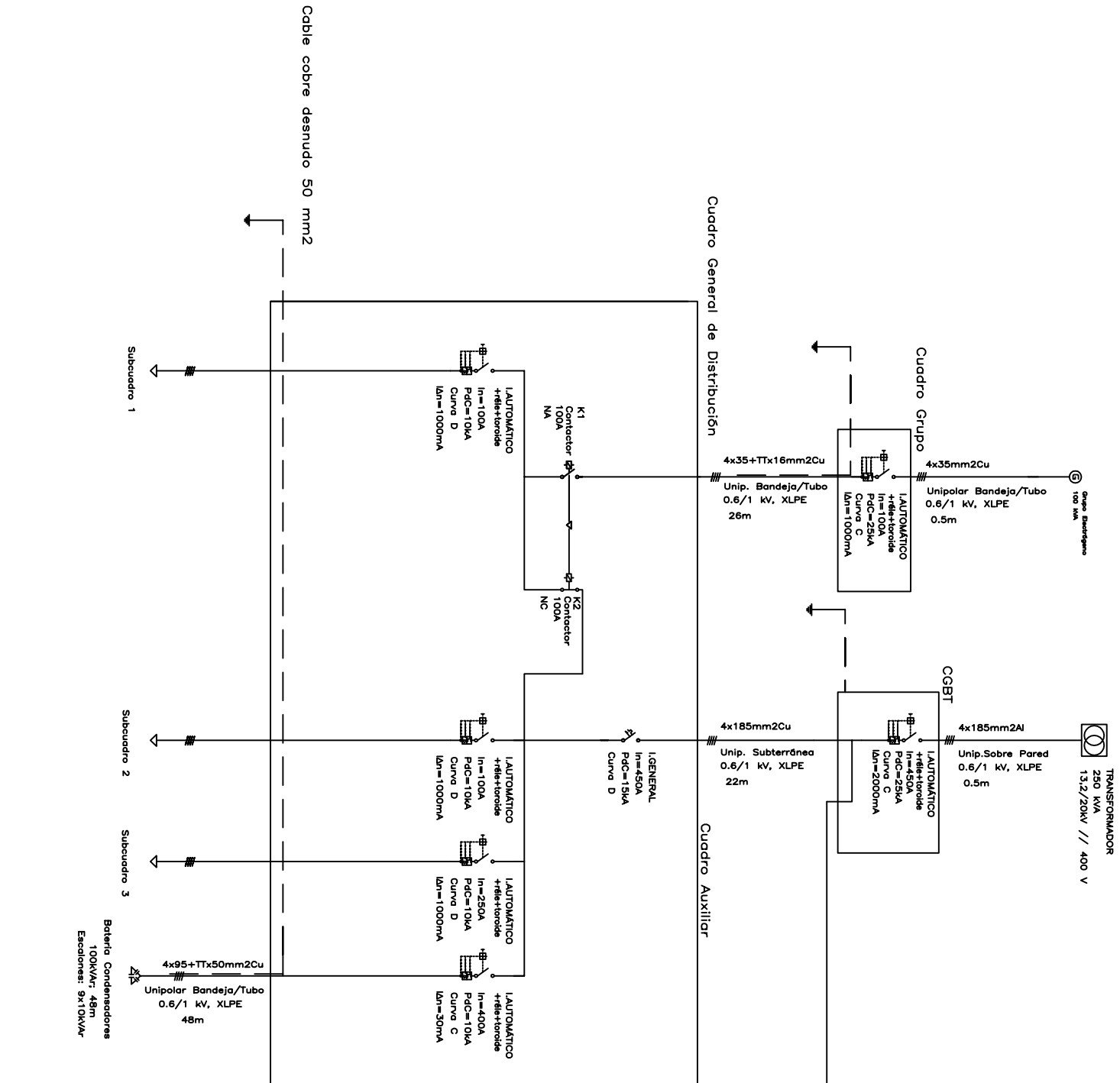
PLANTA



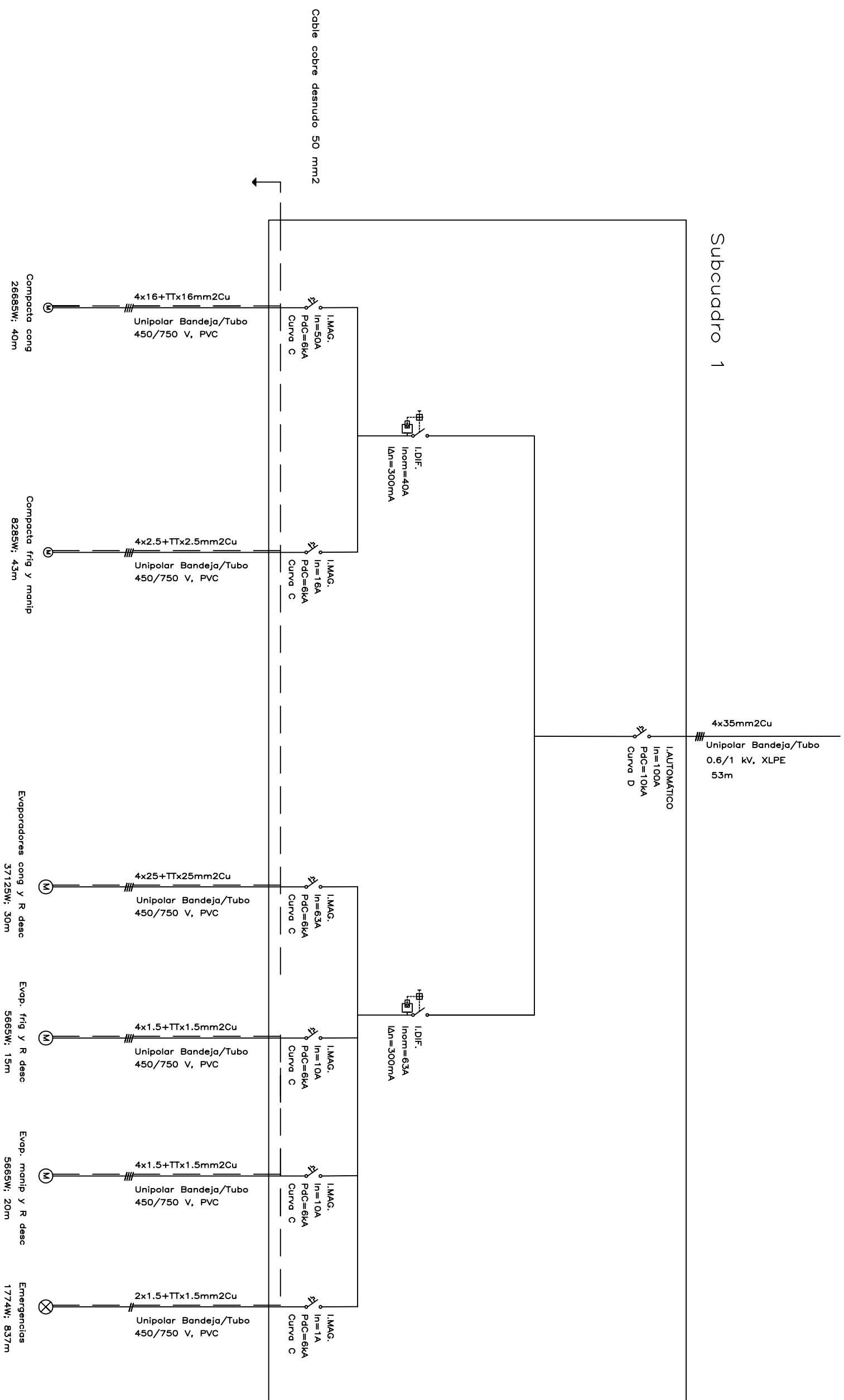
PERSPECTIVA




 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS		REALIZADO: BLANCO GALBARRA, MIGUEL ÁNGEL		FIRMA:	
PLANO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FECHA: 30/12/12	ESCALA: N/D	Nº PLANO: 10	

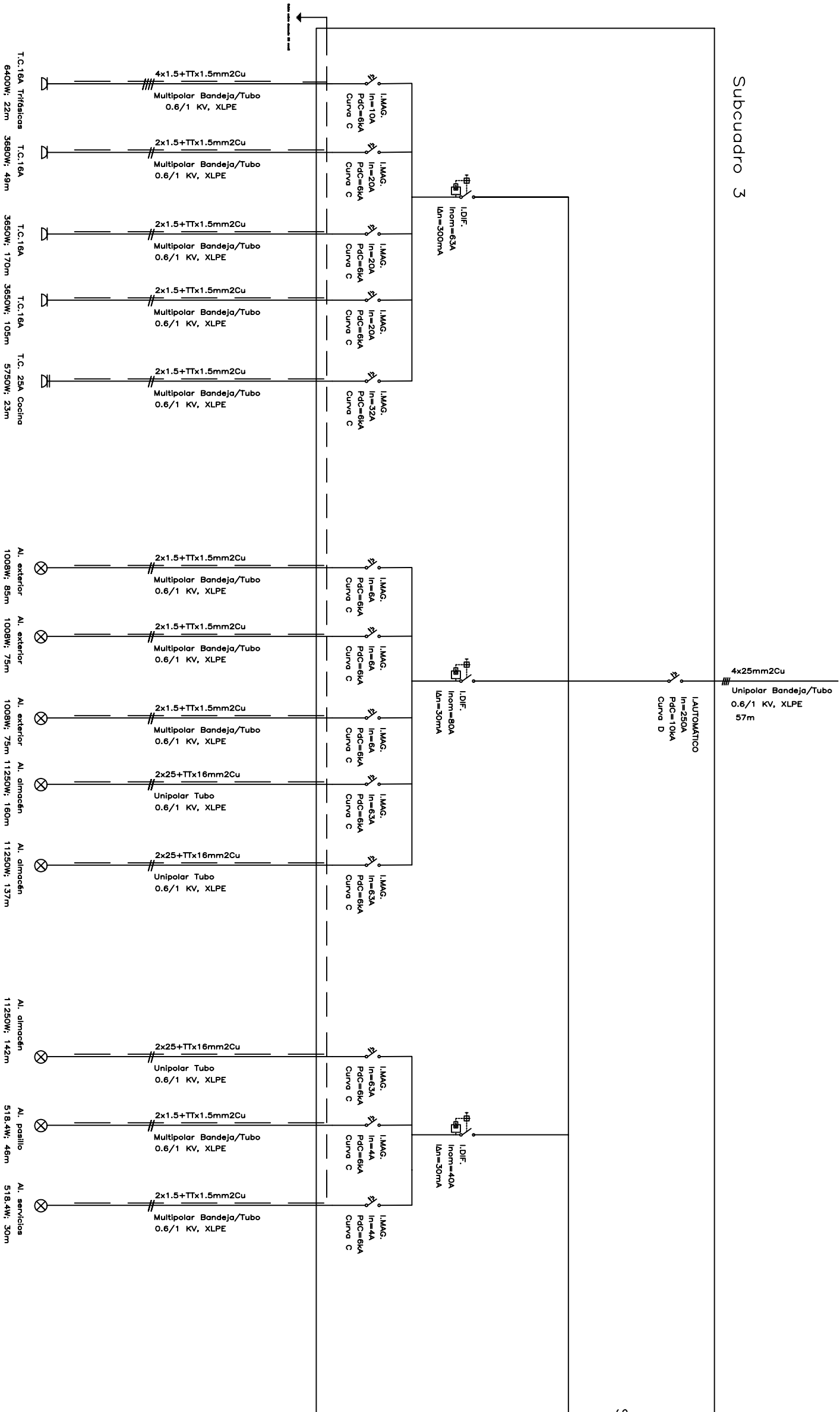


<div><div><div><div><div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div></div></div></div></div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div></div></div></div></div> <div>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div>		<div><div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div></div></div></div></div> <div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div>	
PROYECTO:		REALIZADO:		FIRMA:	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS		BLANCO GALBARRA, MIGUEL ÁNGEL			
PLANO:		FECHA:		ESCALA:	
UNIFILAR		30/12/12		N/D	
		Nº PLANO:		11	




 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS	REALIZADO: BLANCO GALBARRA, MIGUEL ÁNGEL	
PLANO: UNIFILAR SUBCUADRO 1	FIRMA:	
FECHA: 30/12/12	ESCALA: N/D	N° PLANO: 12

Subcuadro 3

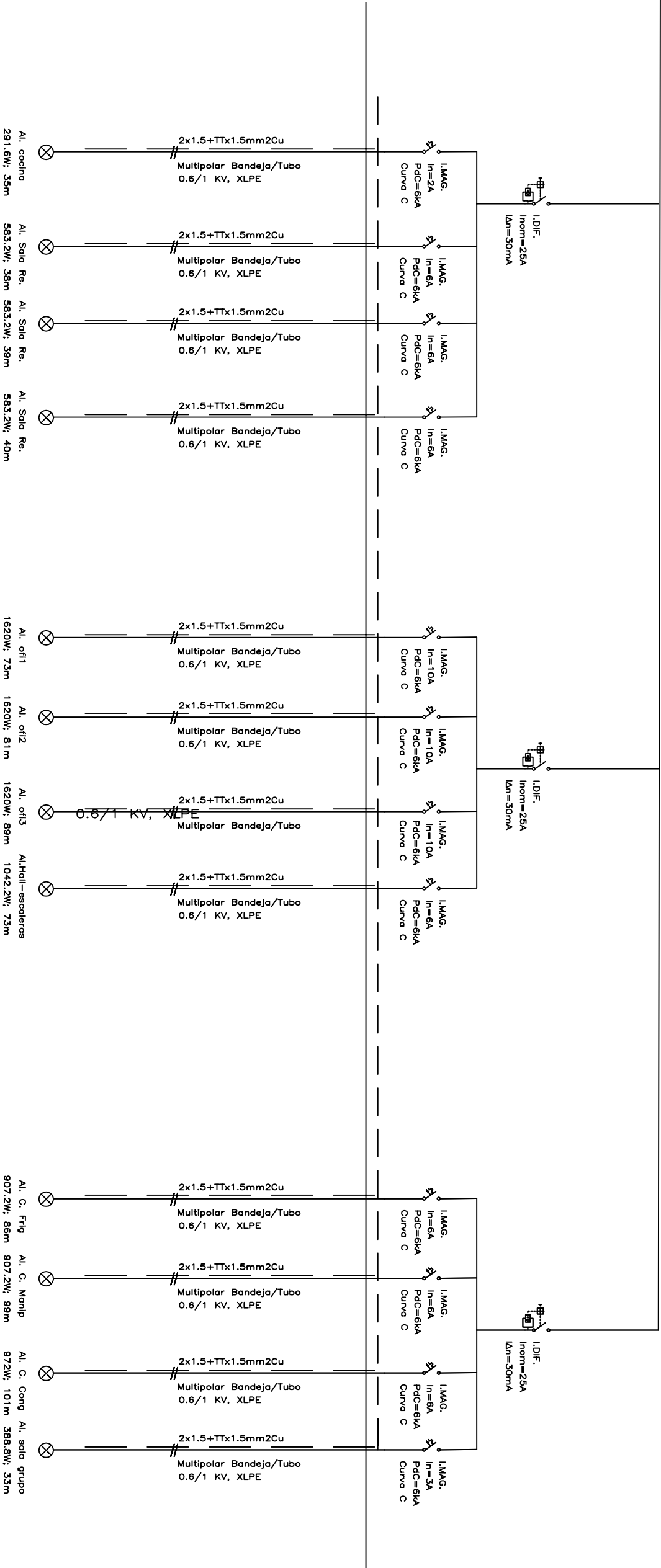


Sigue el subcuadro 3



		Universidad Pública de Navarra	
E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE	
INGENIERO		PROYECTOS E ING. RURAL	
TECNICO INDUSTRIAL E.		REALIZADO:	
PROYECTO:		BLANCO GALBARRA, MIGUEL	
INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS		ÁNGEL	
FIRMA:		FIRMA:	
PLANO:		FECHA:	
UNIFILAR SUBCUADRO 3(parte 1)		30/12/12	
		ESCALA:	
		N/D	
		Nº PLANO:	
		14	

Sigue el subcuadro 3



<div>Universidad Pública de Navarra</div> <div><div><div><div>UNIBERSITATAS</div><div>NAFARRAKO</div><div>SISTEMAREN</div><div>PUBLIKOA</div></div><div><div>UNIBERSITATE</div><div>Publikoa</div></div></div><div>Nafarroako</div></div>		<div>E.T.S.I.I.T.</div> <div>INGENIERO</div> <div>TECNICO INDUSTRIAL E.</div>		<div>DEPARTAMENTO:</div> <div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div>	
<div>PROYECTO:</div> <div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS</div>		<div>REALIZADO:</div> <div>BLANCO GALBARRA, MIGUEL</div> <div>ÁNGEL</div>		<div>FIRMA:</div>	
<div>PLANO:</div> <div>UNIFILAR SUBCUADRO 3 (parte 2)</div>		<div>FECHA:</div> <div>30/12/12</div>	<div>ESCALA:</div> <div>N/D</div>	<div>Nº PLANO:</div> <div>15</div>	



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA NAVE INDUSTRIAL
CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS

DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTO

Miguel Ángel Blanco Galbarra

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 17/1/2013

ÍNDICE

5.1 ALUMBRADO

5.1.1 ALUMBRADO INTERIOR

5.1.2 ALUMBRADO EXTERIOR

5.1.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

5.2 CABLEADO

5.3 CANALIZACIONES

5.3.1 BANDEJAS

5.3.2 TUBOS

5.4 CUADROS

5.5 PROTECCIONES

5.5.1 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

5.5.2 INTERRUPTORES DIFERENCIALES

5.5.3 TOROIDES

5.5.4 RELÉS DIFERENCIALES

5.5.5 INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS

5.6 OTROS

5.7 GRUPO ELECTRÓGENO

5.8 BATERÍA CONDENSADORES

5.9 PUESTA A TIERRA

5.10 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.10.1 OBRA CIVIL

5.10.2 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

5.10.3 TRANSFORMADOR

5.10.4 INSTALACIÓN AUXILIAR

5.10.5 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.11 RESUMEN

5.1 ALUMBRADO

5.1.1 ALUMBRADO INTERIOR

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
04537287	Philips TMS022 1xTL-D15W HFS	Unidades	5	28	140
04537399	Philips TMS011 1xTL-D18W HFE	Unidades	17	30	510
35814800	Philips TMS022 1xTL-D18W HFS	Unidades	24	30	720
04538099	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS	Unidades	120	33	3960
04531058	Philips TMS022 1xTL-D30W HFS	Unidades	6	33	198
04531199	Mazda TCW504 1xTL-D36W PC	Unidades	9	250	2250
88771200	Philips HPK080 1xHPI-P250W-BU R GC	Unidades	75	249	18675

TOTAL	26453
--------------	--------------

5.1.2 ALUMBRADO EXTERIOR

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
96056900	Philips SGP681 GB 1xCDO-TT70W CR P1	Unidades	22	28	616

TOTAL	616
--------------	------------

5.1.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
FO3-600	FOCO FO3-600	Unidades	7	501,85	3512,95
61701	URA21	Unidades	18	18,77	337,86
NOD40	DUNNA D30	Unidades	5	12,02	60,10

TOTAL	3910,91
--------------	----------------

5.2 CABLEADO

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
1174112	GENLIS-F H07V-R	Metros	132	9,23	1218,36
1174111	GENLIS-F H07V-R	Metros	253	8,4	2125,20
1174107	GENLIS-F H07V-R	Metros	236,5	1,32	312,18
1174106	GENLIS-F H07V-R	Metros	1043,9	0,812	847,65
AZ-MR-NG-NG-AM/VD	RV-K	Metros	37,4	3,91	146,23
AZ-MR-NG-NG-AM/VD	RV-K	Metros	238,7	1,65	393,86
AZ-NG-AM/VD	RV-K	Metros	482,9	3,61	1743,27
AZ-NG-AM/VD	RV-K	Metros	25,3	1,52	38,46
AZ-NG-AM/VD	RV-K	Metros	1711,6	0,96	1643,14
1690119	HARMOHNY XZ1 (S)	Metros	2,2	8,426	18,54
1994119	ENERGY RV-K FOC	Metros	96,8	57,696	5584,97
1994116	ENERGY RV-K FOC	Metros	211,2	38,41	8112,19
1994114	ENERGY RV-K FOC	Metros	52,8	19,462	1027,59
1994113	ENERGY RV-K FOC	Metros	349,8	13,832	4838,43
1994112	ENERGY RV-K FOC	Metros	250,8	9,994	2506,50
1994111	ENERGY RV-K FOC	Metros	193,6	6,432	1245,24
1994107	ENERGY RV-K FOC	Metros	4,4	1,318	5,80
AZ-NG	RV-K	Metros	2,2	1,11	2,44
AZ-NG	RV-K	Metros	5,5	0,68	3,74

TOTAL	31813,78
--------------	-----------------

5.3 CANALIZACIONES

5.3.1 BANDEJAS

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
66090	Bandeja perforada U23X. Ancho = 75mm, alto= 60mm	Metros	35	24,03	845,86
66220	Bandeja perforada U23X. Ancho = 200mm, alto= 100mm	Metros	29	62,1	1776,06
66072	Tapa U23X. Ancho=75mm	Metros	35	11,37	400,22
66202	Tapa U23X. Ancho=200mm	Metros	29	27,24	779,06

66236	Esquina perforada U23X	Unidades	7	59,11	390,13
66103	Soporte horizontal U23X	Unidades	77	4,23	327,57
66203	Soporte horizontal U23X	Unidades	63	5,24	329,70

TOTAL	4848,602
--------------	-----------------

5.3.2 TUBOS

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
HT2016	Tubo flexible PVC, D=16mm	Metros	1078	0,8	862,40
HT2520	Tubo flexible PVC, D=20 mm	Metros	546	0,95	518,32
HT3226	Tubo flexible PVC, D=32 mm	Metros	43	1,3	55,77
HT4034	Tubo flexible PVC, D=40 mm	Metros	56	1,6	88,88
HT7554	Tubo flexible PVC, D=75 mm	Metros	8	1,9	14,63
AF 01 006	Abrazadera metálica, D=16mm	Unidades	719	0,128	91,99
AF 01 008	Abrazadera metálica, D=20 mm	Unidades	364	0,139	50,56
AF 01 013	Abrazadera metálica, D=32 mm	Unidades	29	0,166	4,75
AF 01 015	Abrazadera metálica, D=40 mm	Unidades	37	0,216	8,00
AF 01 020	Abrazadera metálica, D=75 mm	Unidades	5	0,286	1,47

TOTAL	1696,76
--------------	----------------

5.4 CUADROS

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
PRA10264	Pragma 18. 72 módulos	Unidades	1	178,62	178,62
PRA10263	Pragma 18. 54 módulos	Unidades	1	106,34	106,34

MIP10118	Mini Pragma Superficie. 18 módulos	Unidades	1	41,95	41,95
MIP10112	Mini Pragma Superficie. 12 módulos	Unidades	1	29,37	29,37
MIP10108	Mini Pragma Superficie. 8 módulos	Unidades	1	25,3	25,3
PRA15418	Puerta transparente para el cuadro de 72 módulos	Unidades	1	41,85	41,85
PRA15318	Puerta transparente para el cuadro de 54 módulos	Unidades	1	26,28	26,28

TOTAL	449,71
--------------	---------------

5.5 PROTECCIONES

5.5.1 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
LV432894	Compact NSX630N. 4P,In=630A, PdC=50 kA, Curvas C,D	Unidades	2	4576,68	9153,36
18673	NG100N. 4P,In=100A, PdC=25 kA, Curvas C,D	Unidades	4	523,22	2092,88
LV431650	Compact NSX250F. 4P,In=250A, PdC=22 kA, Curvas C,D	Unidades	2	2394,5	4789
LV432694	Compact NSX400N 4P,In=400A, PdC=22 kA, Curva C	Unidades	1	3009,2	3009,2
25191	C60H 2P,In=25A, PdC=15 kA, Curva D	Unidades	1	77,95	77,95

TOTAL	19122,39
--------------	-----------------

5.5.2 INTERRUPTORES DIFERENCIALES

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
23020	ID In=80A, IΔn=30mA	Unidades	1	438,48	438,48
23049	ID In=63A, IΔn=300mA	Unidades	2	320,84	641,68
23045	ID In=40A, IΔn=300mA	Unidades	2	243,33	486,66
23040	ID In=40A, IΔn=30mA	Unidades	3	236,05	708,15
23038	ID In=25A, IΔn=30mA	Unidades	3	276,79	830,37
23016	ID In=25A, IΔn=300mA	Unidades	1	152,12	152,12

TOTAL	3257,46
--------------	----------------

5.5.3 TOROIDES

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
4793 2007	W1-S70, D=70 mm	Unidades	1	16,25	16,25
4793 2003	W1-S35, D=35 mm	Unidades	3	15,13	45,39
4793 2001	W0-S15, D=15 mm	Unidades	2	9,67	19,34

TOTAL	80,98
--------------	--------------

5.5.4 RELÉS DIFERENCIALES

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
4941 2740	RESYS M40, con IΔn regulable	Unidades	6	180,04	1080,24

TOTAL	1080,24
--------------	----------------

5.5.5 INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
A9F79463	ic60N 4P,In=63A, PdC=10 kA, Curva C	Unidades	1	336,19	336,19
A9F79263	ic60N 2P,In=63A, PdC=10 kA, Curva C	Unidades	3	154,46	463,38
A9F79450	ic60N 4P,In=50A, PdC=10 kA, Curva C	Unidades	1	316,91	316,91
A9F79432	ic60N 4P,In=32A, PdC=10 kA, Curva C	Unidades	1	124,95	124,95
A9F79232	ic60N 2P,In=32A, PdC=10 kA, Curva C	Unidades	1	60,11	60,11
A9F79220	ic60N 2P,In=20A, PdC=10 kA, Curva C	Unidades	3	54,57	163,71
A9F79416	ic60N 4P,In=16A, PdC=10 kA, Curva C	Unidades	7	112,37	786,59
A9F79616	ic60N 2P,In=16A, PdC=10 kA, Curva C	Unidades	2	47,83	95,66
A9F79410	ic60N 4P,In=10A, PdC=10 kA, Curva C	Unidades	3	11,08	33,24
A9F79210	ic60N 2P,In=10A, PdC=10 kA, Curva C	Unidades	3	53,04	159,12
A9F79406	ic60N 4P,In=6A, PdC=10 kA, Curva C	Unidades	6	114,89	689,34
A9F79206	ic60N 2P,In=6A, PdC=10 kA, Curva C	Unidades	6	58,17	349,02

A9F74202	ic60N 2P,In=2A, PdC=10 kA, Curva C	Unidades	6	97,56	585,36
A9F74201	ic60N 2P,In=1A, PdC=10 kA, Curva C	Unidades	3	97,56	292,68

TOTAL	4456,26
--------------	----------------

5.6 OTROS

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
A9C20884	Contactador 100A, 4P NA	Unidades	1	412,09	412,09
A9C20885	Contactador 100A, 4P NC	Unidades	1	421,13	421,13
82610-30	Marco Simple Simon 82 BLANCO	Unidades	13	1,39	18,0495868
75101-39	Mecanismo Interruptor Simon 82	Unidades	9	3,02	27,1487603
75201-39	Mecanismo Conmutador Simon 82	Unidades	4	3,56	14,2479339
82010-30	Tecla simple interruptor/conmutador Blanco	Unidades	13	1,67	21,7024793
PKY16F435	Toma de corriente trifásica, 16A, 400 V	Unidades	6	6,78	40,68
75432-39	Mecanismo de Enchufe 16A con T/T SIMON 82	Unidades	180	2,31	416,528926
82041-30	Tapa enchufe 16A, 2P + TT lateral Schuko Blanco	Unidades	180	1,92	345,123967
BG631EA3	Toma de corriente 25A, 2P + TT lateral, con tapa Blanco	Unidades	2	6,78	13,56

TOTAL	1730,26
--------------	----------------

5.7 GRUPO ELECTRÓGENO

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
TG100T ins	Grupo Electrónico Taigüer 100Kva Insonorizado	Unidades	1	11074,00	11074,00

TOTAL	11074,00
--------------	-----------------

5.8 BATERÍA CONDENSADORES

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
52881	batería de condensadores - Varset estándar 400/415 V - 100 kvar - paso 9 x 10 car	Unidades	1	3907,00	3907,00

TOTAL	3907,00
--------------	----------------

5.9 PUESTA A TIERRA

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
101499	Cable de cobre desnudo, 50 mm	Metros	222	5,66	1256,78
1994114	Cable de cobre aislado 0,6/1 kV de 50 mm	Metros	26	3,91	101,66
171588	Picas de tierra de 2 m, D=14 mm	Unidades	8	9,27	74,18
171590	Abrazadera para pica de tierra	Unidades	8	0,98	7,80
02AIHP0001	Arqueta de hormigón sin fondo, 1000x1000x600 mm	Unidades	8	183,12	1464,96

TOTAL	2905,38
--------------	----------------

5.10 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.10.1 OBRA CIVIL

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
S/R	Edificio prefabricado de hormigón EHC-3	Unidades	1	6224,30	6224,30
S/R	Excavación del foso, 3,50x4,5x0,63 m ³	m ³	9,92	969,20	9616,89

TOTAL	15841,19
--------------	-----------------

5.10.2 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
S/R	Celda de Remonte CGM.3-RCi con seccionador de puesta a tierra	1	1	1425,48	1425,48
S/R	Celda de Protección CGM.3-P con interruptor seccionador, con bobina de disparo, fusible y detectores de tensión. 36 kV de aislamiento, y un PdC de 20 kA.	1	1	3645,12	3645,12
S/R	Celda de Medida CGM.3-M con tres transformadores de corriente y otros tres de tensión. Características en la memoria.	1	1	5604,54	5604,54

TOTAL	10675,14
--------------	-----------------

5.10.3 TRANSFORMADOR

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
S/R	Transformador de 250 Kv de aceite, ORMAZABAL	1	1	4724,99	4724,99

TOTAL	4724,99
--------------	----------------

5.10.4 INSTALACIÓN AUXILIAR

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
PRA10264	CGBT, modelo Pragma 18. 72 módulos	Unidades	1	178,62	357,24
MIP10112	C.AUXILIAR, modelo Mini Pragma Superficie. 12 módulos	Unidades	1	29,37	58,74
PRA15418	Puerta para el CGBT, Puerta transparente de 72 módulos	Unidades	1	41,85	83,7
04531058	Alumbrado interior CT: Philips TMS022 1xTL-D30W HFS	Unidades	2	33	66
61701	Alumbrado emergencia: URA21	Unidades	1	18,77	19
75432-39	Mecanismo de Enchufe 16A con T/T SIMON 82	Unidades	1	2,31	416,528926
82041-30	Tapa enchufe 16A, 2P + TT lateral Schuko Blanco	Unidades	1	1,92	345,123967
82610-30	Marco Simple Simon 82 BLANCO	Unidades	13	1,39	18,0495868
75101-39	Mecanismo Interruptor Simon 82	Unidades	9	3,02	27,1487603
75201-39	Mecanismo Conmutador Simon 82	Unidades	4	3,56	14,2479339

TOTAL	1405,55
--------------	----------------

El cableado, tubos y protecciones están incluidos los apartados de baja tensión.

5.10.5 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

CÓDIGO	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	PRECIO/U	PRECIO
101499	Cable de cobre desnudo, 50 mm	Metros	16	5,66	90,58
1994114	Cable de cobre aislado 0,6/1 kV de 50 mm	Metros	15	3,91	58,65
171588	Picas de tierra de 2 m, D=14 mm	Unidades	4	9,27	37,09
171590	Abrazadera para pica de tierra	Unidades	4	0,98	3,90
02AIHP0001	Arqueta de hormigón sin fondo, 1000x1000x600 mm	Unidades	4	183,12	732,48

TOTAL	922,70
--------------	---------------

5.11 RESUMEN

1-Alumbrado:	30.979,91 €
2-Cableado:	31.813,78 €
3-Canalizaciones:	4.848,60 €
4-Cuadros:	449,71 €
5-Protecciones:	27.997,33 €
6-Otros:	1.730,26 €
7-Grupo Electrónico:	11.074,00 €
8-Batería de Condensadores:	3.907,00 €
9-Puesta a Tierra:	2.905,38 €
10-Centro de Transformación:	33.569,57 €

PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL: 149.275,54 €

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de: **CIENTO CUARENTA Y NUEVE MIL, DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO, COMA CINCUENTA Y CUATRO EUROS.**

Gastos Generales (5%):	7.463,78 €
Beneficio Industria (10%):	14.927,55 €

TOTAL PPTO EJECUCIÓN POR CONTRATA 171.666,87 €

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de: **CIENTO SETENTA Y UNO MIL, SEISCIENTOS SESENTA Y SEIS, COMA OCHENTA Y SIETE EUROS.**

Honorarios Proyectista (3%):	5.150,01 €
Honorarios Dirección de Obra (3%):	5.150,01 €

TOTAL PRESUPUESTO (con I.V.A.) 220.179,93 €

El presupuesto total asciende a la cantidad de: **DOSCIENTOS VEINTE MIL, CIENTO SETENTA Y NUEVE, COMA NOVENTA Y TRES EUROS.**



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA NAVE
INDUSTRIAL CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS

DOCUMENTO Nº 6: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Miguel Ángel Blanco Galbarra

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 17/1/2013

ÍNDICE

- 6.1 OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
- 6.2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE REFERENCIA
 - 6.2.1 AUTOR
 - 6.2.2 NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTOS
- 6.3 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
- 6.4 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN
- 6.5 RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES DE RIESGO EN EL TRABAJO
 - 6.5.1 EL TRABAJO
 - 6.5.2 LA SALUD
 - 6.5.3 LOS RIESGOS PROFESIONALES
- 6.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD
 - 6.6.1 FACTORES DE SEGURIDAD EN EL LUGAR DE TRABAJO
 - 6.6.2 MÁQUINAS Y EQUIPOS DE TRABAJO
 - 6.6.3 RIESGO ELÉCTRICO
 - 6.6.4 RIESGO DE INCENDIO
- 6.7 MEDIO AMBIENTE FÍSICO
 - 6.7.1. RUIDO
 - 6.7.2 VIBRACIONES
 - 6.7.3. RADIACIONES
 - 6.7.4 CONDICIONES TERMO-HIGIÉNICAS
- 6.8 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS
 - 6.8.1 CONTAMINANTES QUÍMICOS
 - 6.8.2 CONTAMINANTES BIOLÓGICOS
- 6.9 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN
 - 6.9.1 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS
 - 6.9.2 FORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD
- 6.10 ESPACIO DE TRABAJO
- 6.11 NORMAS IMPLANTADAS EN EL PRESENTE PROYECTO
 - 6.11.1 NORMAS GENERALES
 - 6.11.2 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CAÍDAS
 - 6.11.3. PREVENCIÓN DE ACCIDENTES OCULARES
 - 6.11.4 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CORTE
 - 6.11.5 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR ATRAPAMIENTO
 - 6.11.6 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES CON HERRAMIENTA MANUALES
 - 6.11.7 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS PORTÁTILES ELÉCTRICAS
 - 6.11.8 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS NEUMÁTICAS
 - 6.11.9 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS
 - 6.11.10 PREVENCIÓN EN ALMACENAMIENTOS
 - 6.11.11 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS

6.1 OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

6.2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE REFERENCIA

6.2.1 AUTOR

Se designa a Miguel Ángel Blanco Galbarra como encargado redactor del Proyecto y del Estudio Básico de Seguridad y salud.

6.2.2 NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTOS

Se estiman doce operarios.

6.3 CONCEPTOS BASICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El punto de partida para el desarrollo de las funciones del nivel básico de la actividad preventiva es el conocimiento de los conceptos y aspectos más generales relativos a la seguridad y a salud laboral y la prevención de los riesgos derivados del trabajo en la empresa.

Objetivos:

- Conocer los conceptos fundamentales que conforman el campo de la seguridad y salud laboral.
- Identificar la normativa básica que regula la materia de la seguridad y salud laboral.

La salud, en líneas generales, es el resultado de un proceso de desarrollo individual de la persona, que se puede ir logrando o perdiendo en función de las condiciones que rodean, es decir, su entorno y su propia voluntad.

La seguridad es la eliminación de todo riesgo profesional, o dicho de otra manera, la eliminación de toda posibilidad de daño a las personas o bienes, como consecuencia de circunstancias o condiciones de trabajo.

Una vez definido seguridad y salud, se deben de ver los posibles riesgos que se pueden tener en el trabajo, identificarlos en la nave del presente proyecto, y dar unas soluciones para minimizar lo máximo posible el riesgo de daño a personas o bienes.

6.4 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN

Existen elementos energéticos agresivos presentes en el medio ambiente y generados por fuentes concretas. Estas energías son mecánicas, térmicas y/o electromagnéticas. Las más destacables son:

- Ruido.
- Vibraciones.
- Iluminación.
- Condiciones ambientales
- Radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Caídas al mismo nivel.

Una vez visto los tipos de riesgos, es necesario poner medidas de seguridad, y para ello es conveniente:

- Identificar y valorar los diferentes factores de riesgo presentes en la actividad laboral y los daños que puedan ocasionar en la salud de los trabajadores.
- Reconocer las situaciones de riesgo para proponer y desarrollar acciones de prevención eficaces.

6.5 RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES DE RIESGO EN EL TRABAJO

6.5.1 EL TRABAJO

El trabajo es la actividad que realiza el hombre transformando la naturaleza para su beneficio. Buscando satisfacer necesidades humanas, mejorar la calidad de vida, satisfacción personal....

Esta actividad puede provocar efectos no deseados sobre la salud de los trabajadores, ya sea por la pérdida o ausencia de trabajo (hoy en día la precariedad del mercado laboral y el paro suponen un importante problema para la salud, con repercusiones individuales, familiares y sociales) o por las condiciones en las cuales se realiza (accidentes, enfermedades derivadas del entorno laboral).

El trabajo presenta dos características fundamentales:

- **Tecnificación:** invención y uso de máquinas, herramientas y equipos de trabajo que facilitan la realización de las distintas tareas para la transformación de la naturaleza.
- **Organización:** planificación de la actividad laboral. Coordinando las tareas de los distintos trabajadores se consiguen mejores resultados.

Cuando no se controlan adecuadamente ambos efectos o no funcionan con corrección, aparecen riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores.

6.5.2 LA SALUD

La salud es según la Organización Mundial de la Salud el estado completo de bienestar físico, mental, social. Así pues, debemos considerar la salud como un proceso permanente de desarrollo. No es fruto del azar y se puede perder y recuperar, según las condiciones laborales de cada trabajador.

6.5.3 LOS RIESGOS PROFESIONALES.

Se trata de las situaciones que pueden romper el equilibrio físico, psíquico y social de los trabajadores.

La ley de prevención de Riesgos Laborales lo describe así:

“Posibilidad de que un trabajador sufra un daño derivado de su trabajo. La calificación de su gravedad dependerá de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.”

El otro concepto relacionado a la prevención de riesgos es el peligro, que se define como propiedad o aptitud intrínseca de algún elemento de trabajo para ocasionar daños. En ocasiones se confunden estos dos términos.

a) Condiciones de trabajo:

Son cualquier característica del trabajo mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajo.

Elas son:

- Las características generales de los locales, instalaciones, equipos y otros útiles existentes en el centro de trabajo.
- La naturaleza de los agentes físicos, químicos, biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades.
- Los procedimientos para el uso de los agentes citados que influyan en la generación de los riesgos.
- Aquellas características del trabajo, incluidas aquellas relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que este expuesto un trabajador.

b) Factores de riesgo

Es el elemento o conjunto de variables que están presentes en las condiciones de trabajo y que pueden originar una disminución del nivel de salud del trabajador. El estudio de estos factores se divide en 5 grupos:

1) Condiciones de seguridad: Son las condiciones materiales que pueden dar lugar a un accidente de trabajo.

- Lugar y superficie de trabajo.
- Maquinas y equipos de trabajos
- Riesgos eléctricos
- Manipulación, transporte,...

2) Medio ambiente físico del trabajo: Aparece de forma natural o modificada por el proceso de producción.

- Condiciones de temperatura, humedad, ventilación.
- Iluminación.
- Ruido
- Vibraciones
- Radiaciones (ionizantes o no)

3) Contaminantes: Son elementos extraños al organismo humano capaces de producir alteraciones a la salud. Pueden ser:

- Contaminantes químicos, o las sustancias químicas que durante la fabricación, transporte, almacenamiento o uso puedan incorporarse al ambiente en forma aerosol, gas o vapor y afectar a la salud de los trabajadores. Su vía de entrada al organismo suele ser la respiratoria, pero también a través de la piel o por el aparato digestivo.
- Contaminantes biológicos, o los microorganismos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones en la salud, como pueden ser bacterias, virus, pelos de animales, o polen y polvo de los vegetales.

4) Exceso de carga física o mental: Tienen que ver con la organización y estructura empresarial, que suelen afectar en el ámbito físico y mental debido a los esfuerzos realizados por el trabajador.

- Carga física, esfuerzos físicos de todo tipo así como situación estática.
- Carga mental, nivel de exigencia psíquica de la tarea (monotonía, falta de autonomía,.....)

5) Factores organizativos que afectan al tipo de jornada, horarios, decisiones a tomar, etc.: Para la prevención de estos factores de riesgo hay unas técnicas específicas a cumplir:

- Seguridad en el trabajo.
- Higiene industrial.
- Medicina del trabajo.

- Psicosociología.
- Ergonomía.

Se deben adoptar las medidas necesarias para cumplir estos requisitos así previniendo los riesgos.

6.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD

6.6.1 FACTORES DE SEGURIDAD EN EL LUGAR DE TRABAJO

En el trabajo siempre se deberá cumplir:

- Condiciones constructivas, el diseño y características constructivas de los lugares de trabajo, como ofrecer seguridad frente a riesgo de resbalones o caídas, choques, golpes, derrumbamientos,... esos elementos son la seguridad estructural, espacios de trabajo en zonas peligrosas, suelos, aberturas, desniveles y barandillas, tabiques y ventanas, puertas, rampas, escaleras de mano, condiciones de protección contra incendios, acceso para minusválidos, instalación eléctrica,...
- Orden, limpieza y mantenimiento, en todas las zonas del trabajo.
- Señalización de seguridad y salud.
- Instalaciones de servicio y protección
- Condiciones ambientales, temperatura, ruido, contaminantes,...
- Iluminación
- Servicios higiénicos y locales de descanso, como fuentes de agua potable, vestuarios, locales al aire libre,...
- Material y locales de primeros auxilios.

6.6.2 MÁQUINAS Y EQUIPOS DE TRABAJO

Se debe tener en cuenta:

- Las condiciones características específicas del trabajo que se desarrolle.
- Los riesgos existentes para la seguridad y la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- Las adaptaciones necesarias para su uso por trabajadores discapacitados. Para disminuir la tasa de siniestralidad laboral en lo referente a los accidentes que se producen a causa de fallos de seguridad relacionados con las máquinas se necesita:
- Seguridad en el producto, el mercado CE garantiza la comercialización de máquinas y equipos que vengan de fábrica con los requisitos de seguridad necesarios para proteger a los trabajadores.
- Instalación, siguiendo instrucciones del fabricante y en los lugares apropiados
- Mantenimiento, por personal especializado.
- Uso adecuado, por el personal autorizado.

6.6.3 RIESGO ELÉCTRICO

Existen dos tipos de contacto eléctrico:

- Directo, con las partes activas de los materiales y equipos.
- Indirecto, con partes puestas accidentalmente bajo tensión.

Para evitar en la medida de lo posible los riesgos de los contactos eléctricos hay que:

- Alejar las partes activas, para evitar contactos fortuitos.
- Aislar también con recubrimientos apropiados.
- Interponer obstáculos para impedir contactos accidentales.

6.6.4 RIESGO DE INCENDIO

Antes de hincar los trabajos, el contratista encargado de los mismos debe informarse de la situación de las canalizaciones de agua, gas y electricidad, como instalaciones básicas o de cualquier otra de distinto tipo que tuviese el edificio y que afectase a la zona de trabajo.

En el caso de encontrar canalizaciones de gas o electricidad, se señalarán convenientemente y se protegerán con medios adecuados.

Se establecerá un programa de trabajo claro que facilite un movimiento ordenador en el lugar de los mismos, de personal, medios auxiliares y materiales, es aconsejable entrar en contacto con el representante local de los servicios que pudieran verse afectados para decidir de común acuerdo las medidas de prevención que hay que adoptar.

En todo caso, el contratista ha de tener en cuenta que los riesgos de explosión de un espacio subterráneo se incrementan con la presencia de:

- Canalizaciones de alimentación de agua
- Cloacas
- Conductas eléctricas para iluminación de vías públicas
- Sistemas de semáforos
- Canalizaciones de servicios de refrigeración
- Canalizaciones de vapor
- Canalizaciones para hidrocarburos

Para paliar los riesgos antes citados, se tomarán las siguientes medidas de seguridad:

- Se establecerá una ventilación forzada que obligue a la evacuación de los posibles vapores inflamables.
- No se encenderán máquinas eléctricas, ni sistemas de iluminación, antes de tener constancia de que ha desaparecido el peligro.
- En casos muy peligrosos se realizarán mediciones de la concentración de los vapores del aire.

Está presente en cualquier actividad. Cuando estos rasgos se presentan es más fácil que se produzca un incendio:

- Combustible presente (cualquier sustancia capaz de arder)
- Comburente (sustancia que hace que otra entre en combustión)
- Fuente de calor (foco de calor)
- Reacción en cadena (proceso que acelera la propagación del fuego).

Factores a tener en cuenta en la actuación contra incendio:

- Diseño, estructura y materiales de construcción de las instalaciones
- Situación del centro de trabajo, tipo de actividad, edificios colindantes,...
- Detección y alarma, cualquier incendio es controlable si se detecta y localiza a tiempo, antes de propagarse y alcanzar grandes dimensiones.
- Medios de extinción, como son los equipos portátiles (extintores), instalaciones fijas (bocas de incendio, columnas secas, rociadores,...).
- Evacuación del personal, para evitar daños en la salud de los trabajadores se debe tener un plan de evacuación.

6.7 MEDIO AMBIENTE FÍSICO

6.7.1. RUIDO

Las características del sonido que hacen diferentes unos ruidos de otros son:

- Frecuencia: es la periodicidad en que se repite una oscilación sonora. Se mide en hertzios y determina el tono. Las frecuencias altas o agudas son las más graves para la salud.
- Intensidad: fuerza de vibración sonora. Se mide en decibelios y determina el grado de precisión o energía sonora. Clasifica los sonidos en fuertes o débiles.

6.7.2 VIBRACIONES

Son oscilaciones de partículas alrededor de un punto, en un medio físico equilibrado cualquiera. Se producen por el efecto propio del funcionamiento de una máquina o equipo.

Pueden producir varios efectos:

- Muy baja frecuencia (menos de 2 Hz): alteraciones del sentido del equilibrio, provocando mareos, náuseas y vómitos (movimiento de balanceo de coches, barcos,...)
- Baja y media frecuencia (de 2 a 20 Hz): afectan sobre todo a la columna vertebral, aparato digestivo y visión (vehículos y maquinaria industrial, tractores, obras públicas)
- Alta frecuencia (de 20 a 300 Hz): pueden producir quemaduras por rozamiento y problemas vasomotores.

6.7.3. RADIACIONES

Son ondas de energía que inciden sobre el organismo humano, pudiendo llegar a producir efectos dañinos para la salud de los trabajadores. Existen dos tipos:

- Radiaciones ionizantes: ondas de alta frecuencia (rayos X, rayos gamma, partículas atómicas,...) que tienen gran poder energético ya que pueden transformar la estructura de los átomos provocando la expulsión de electrones de su órbita. Los efectos para la salud dependen de la dosis absorbida por el organismo. Puede afectar tanto a los tejidos como a los órganos, provocando desde náuseas, vómitos y cefaleas hasta alteraciones cutáneas y cáncer.
- Radiaciones no ionizantes: son ondas de baja o media frecuencia (microondas, infrarrojos, ultravioleta,...) que poseen poca energía (no producen la ionización de la materia). Pueden provocar efectos térmicos o irritaciones en la piel, hasta conjuntivitis, quemaduras graves, cáncer de piel.

6.7.4 CONDICIONES TERMO-HIGIÉNICAS

Son las condiciones físicas ambientales de la temperatura, humedad y ventilación, en las que se desarrolla un trabajo. Hay diferentes variables que deben considerarse de forma global:

- Temperatura del aire, humedad del aire, temperatura de paredes y objetos, velocidad del aire, actividad física, clase de ropa.
- Unas malas condiciones pueden provocar efectos negativos para la salud como resfriados, deshidratación, golpes de calor,... o efectos en la conducta como aumento de la fatiga.

6.8 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

6.8.1 CONTAMINANTES QUÍMICOS

Son sustancias constituidas por materia inerte que pueden estar presentes en el aire que respiramos de forma sólida, líquida o gaseosa. Se pueden incorporar en el ambiente al transporte, fabricación, almacenamiento o uso.

Las vías de entrada en este organismo son:

- Vía respiratoria, nariz, boca, laringe, pulmones...
- Vía dérmica, se incorpora el contaminante a la sangre a través de la piel.
- Vía digestiva, todo el aparato digestivo mas las mucosidades del sistema respiratorio.
- Vía parenteral, penetración por llagas, heridas o punciones

Los efectos de estos contaminantes son:

- Irritantes, hinchazón de la zona de contacto
- Asfixiantes, impide la llegada de oxígeno a las células y altera los mecanismos oxidativos biológicos.
- Anestésicos, depresores del sistema nervioso central.
- Corrosivos, destruyen los tejidos con los que entran en contacto.
- Neumoconióticos, partículas sólidas que se acumulan en las vías respiratorias.
- Sensibilizantes, producen reacciones alérgicas.
- Cancerígenas, pueden ser mutágenos (modificaciones hereditarias) y teratógenos (producen malformaciones en la descendencia)

- Tóxicos sistémicos, alteran órganos y sistemas específicos.

6.8.2 CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

Son microorganismos o partes de seres vivos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones. Son bacterias, virus y hongos, que penetran en el organismo y producen cualquier tipo de infección.

6.9 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN

6.9.1 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

1) Medicina preventiva: Las posibles enfermedades profesionales que puedan originarse en esta obra son las normales que trata la medicina del trabajo y la higiene industrial. Todo ello se resolverá de acuerdo con los servicios de prevención de empresa quienes ejercerán la dirección y el control de las enfermedades profesionales, tanto en la decisión de utilización de los medios preventivos como la observación médica de los trabajadores.

2) Primeros auxilios: Para atender a los primeros auxilios existirá un botiquín de urgencia según el número de trabajadores situado en los aseos, y se comprobará que, entre los trabajadores presentes en la obra, uno, por lo menos, haya recibido un curso de socorrismo.

6.9.2 Formación sobre seguridad

El Plan se especificará en el Programa de Formación de los trabajadores y asegurará que estos conozcan el plan. También con esta función preventiva se establecerá el programa de reuniones del Comité de Seguridad y Salud.

La formación y explicación del Plan de Seguridad será por un técnico de seguridad. El empresario deberá también analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de personal.

6.10 ESPACIO DE TRABAJO

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

- 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.
- 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.

6.11 NORMAS IMPLANTADAS EN EL PRESENTE PROYECTO

6.11.1 NORMAS GENERALES

- a) Todo aviso o señal de seguridad constituye una norma, por lo que se debe cumplir en todo momento.
- b) Todo trabajador debe cumplir las indicaciones dadas por su superior en cuanto a métodos de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- c) Cualquier rotura, daño o defecto producido sobre las instalaciones, trabajadores, máquinas, etc..., deben ser comunicados de inmediato al personal responsable.
- d) El lugar o puesto de trabajo debe mantenerse en todo momento ordenado y limpio.
- e) El tránsito de personal por el almacén debe efectuarse por los pasillos señalizados a tal efecto, y bajo ningún concepto se permite correr. Los pasillos y las calles deben estar libres de obstáculos.
- f) Cualquier herida o lesión, por leve que sea, debe ser tratada de inmediato en el botiquín (primeros auxilios) por el personal responsable.
- g) Sólo se puede comer y beber durante el tiempo establecido a tal efecto, en los recintos donde está expresamente permitido.
- h) Durante el tiempo de trabajo está totalmente prohibido ingerir bebidas alcohólicas y productos de naturaleza narcótica. Tampoco se permitirá la entrada al trabajador que se encuentre en estado de embriaguez.
- i) No se debe penetrar en los recintos cerrados ni en los de paso restringido al personal autorizado.
- j) En recintos donde se almacenan materias fácilmente inflamables está terminantemente prohibido fumar, y en el resto del recinto de trabajo.
- k) Se debe conocer perfectamente el funcionamiento y ubicación de los extintores.
- l) Queda totalmente prohibido detenerse debajo de cargas suspendidas en el aire.
- m) En los puestos donde se requiere, es obligatorio el uso de protección personal.
- n) No se debe apilar o dejar material fuera de los lugares señalados.
- o) Revisar las herramientas de trabajo para asegurarse de su correcto estado de utilización.

6.11.2 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CAÍDAS

- a) Mantener el lugar o puesto de trabajo limpio, especialmente de grasa, aceite u otros líquidos.
- b) Al subir o bajar escaleras fijas, apoyar toda la superficie del pie para evitar torceduras o resbalamientos. No correr en los desplazamientos.
- c) No pisar objetos o zonas que carezcan de rigidez.
- d) Señalizar y/o tapar los huecos que suponga riesgos de caídas.
- e) Los pasillos y zonas de paso deben estar despejadas.
- f) Si se debe acceder a algún punto de altura, emplear plataformas o escaleras perfectamente apuntadas, pero nunca se deben encaramar a las máquinas o estanterías, ni emplear taburetes, sillas, mesas o cajas, etc.
- g) Al transportar una carga, procurar que no impida la visión.

6.11.3. PREVENCIÓN DE ACCIDENTES OCULARES

- a) Las gafas de protección se usarán con todos sus componentes, sin desmontar sus protecciones laterales, y su obligatoriedad será fijada mediante carteles indicativos.
- b) El buen uso y conservación es responsabilidad del usuario. En caso de necesitarlo el operario, las gafas se proveerán con cristales graduados.
- c) Está prohibido retirar las protecciones contra la proyección de partículas de que disponen diversas máquinas.
- d) El uso de las gafas es obligatorio cuando se trabaja con máquinas que carecen de protección contra la proyección de partículas.

6.11.4 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CORTE

- a) En la manipulación de tablones se deben emplear toda clase de protecciones contra los cortes, como son guantes, manguitos, botas, etc.
- b) Manipular las piezas de tamaño mediano y grande de una en una. Si la pieza se desliza no se debe intentar sujetarla.
- c) El uso de guantes es estrictamente obligatorio durante el manejo de tablones punzantes, cortantes o con aristas vivas.
- d) Las virutas de las máquinas se deben retirar con ganchos provistos de cazoletas que protejan la mano. Bajo ningún pretexto se utilizarán las manos para retirarlas.

6.11.5 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR ATROPAMIENTO

- a) Se debe tener precaución con el movimiento de elementos que pueden atrapar algún miembro por compresión.
- b) Se debe tener precaución con los elementos de máquinas o instalaciones en donde el movimiento de traslación o rotación pueda arrastrar al trabajador por enganche de un miembro o parte de su vestimenta.
- c) No se debe acompañar con las manos desplazamientos automáticos de piezas y máquinas.
- d) Se debe tener precaución con el moviendo de los componentes de máquinas en los que puedan entrar o quedar atrapadas cualquier parte del cuerpo.

6.11.6 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES CON HERRAMIENTAS MANUALES

- a) Las herramientas manuales sólo se deben emplear para el fin por el que se han concebido, y nunca con segundas aplicaciones ni fines auxiliares. Por ello debe procurarse que no tengan defectos ni desgastes que dificulten su correcta utilización.
- b) Todas las herramientas manuales deben permanecer perfectamente limpias; en el momento de utilizarlas, las manos deberán estar secas y limpias de grasas o aceites que impidan la seguridad en la sujeción.
- c) Las herramientas cortantes o punzantes se mantendrán debidamente afiladas y deberán carecer de rebabas. Cuando no se utilicen estarán provistas de fundas protectoras para filos o puntas.

6.11.7 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS PORTÁTILES ELÉCTRICAS

- a) Los enchufes y alargaderas eléctricas deben ser inspeccionados periódicamente, revisando la funda protectora de los hilos, y las conexiones de las clavijas.
- b) Se debe evitar poner las máquinas sobre lugares húmedos.
- c) Las tomas de corriente nunca se deben efectuar directamente con los cables, sino con clavijas normalizadas.
- d) En trabajos con amoladora, pulidoras, etc., el operario deberá mantenerse siempre fuera del plano de rotación del disco.
- e) Al trabajar con estas herramientas en lugares húmedos o en locales donde se suda mucho, se deben utilizar transformadores que reduzcan la tensión a menos de 50 voltios.
- f) En caso de avería, los cables no se deben reparar con cinta aislante, ya que con el tiempo se reseca, pierde el poder adhesivo y absorbe la humedad; lo correcto es reemplazarlos por otros nuevos.

6.11.8 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS NEUMÁTICAS

- a) Los racores y la herramienta deben estar bien acoplados a la máquina, por ellos se deben revisar periódicamente.
- b) Nunca se debe doblar la manguera para cortar el aire, sino que se debe interrumpir desde la fuente de alimentación.
- c) Las mangueras de aire comprimido se mantendrán fuera de los pasillos y de paso con objeto de no tropezar con ellas ni de que puedan ser atrapadas por ruedas de vehículos y, en consecuencia, ser dañadas.
- d) No se debe dirigir el aire a presión hacia las demás personas.

6.11.9 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS

- a) Antes de poner en marcha una máquina, se deben conocer las operaciones que se han de realizar y su correcto empleo.
- b) Debe prestarse la máxima atención al proceso de trabajo establecido para cada operación.
- c) No se debe hincar ningún trabajo sin que las protecciones de la máquina estén correctamente colocadas
- d) En operaciones con máquinas herramientas, el operario debe llevar la ropa de trabajo bien ajustada al cuerpo, con las mangas ajustadas a la muñeca y sin que los cinturones tengan libres o suelos los extremos.

6.11.10 PREVENCIÓN EN ALMACENAMIENTOS

- a) Al almacenar los materiales se deberá cuidar:
 - Obstruir el acceso a las tomas de agua, extintores, llaves contra incendio, cuadros eléctricos, interruptores, cajas de fusible, válvulas, máquinas, etc.
 - Bloquear los equipos de primeros auxilios, puertas o salidas de personal,
 - pasillos, etc. Dejar ocultos carteles informativos, señales de seguridad, indicaciones, etc.

- b) Al almacenar materiales pesados, se debe tener en cuenta que los pisos inferiores sean más resistentes
- c) Almacenar correctamente para evitar los riesgos de accidentes debidos al paso de trabajadores y carretillas.
- d) Tipo de apilado:
 - Cruzado: Se coloca una capa de materiales en ángulo recto con la capa inmediatamente inferior.
 - De bidones: De pie con el tapón hacia arriba; entre fila y fila habrán de ir tablas de madera como suponte y protección.

6.11.11 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS

- a) Bajo ningún concepto se deben tocar los conductores eléctricos desnudos.
- b) Nunca se deben manipular las instalaciones eléctricas; es tarea del personal especializado.
- c) Cualquier instalación, máquina o aparato eléctricos deben ser inspeccionados detenidamente antes de su utilización, así como sus cables y anclajes.
- d) Si se observa alguna chispa, desconectar y solicitar la revisión por los expertos.
- e) No colocar los cables sobre hierro, tuberías, chapas o muebles metálicos.
- f) Al desconectar un aparato, tirar de la clavija, nunca del cable.
- g) No se debe reparar un fusible, sino sustituirlo por uno nuevo.
- h) Nunca se debe apagar un incendio de origen eléctrico con agua. Se deben utilizar extintores de anhídrido carbónico o de polvo.
- i) Cómo proceder en caso de accidente eléctrico por contacto:
 - Desconectar la corriente.
 - Alejar al accidentado por contacto, empleando materiales aislantes, guantes de goma, madera seca, etc. No tocarlo sin estar aislados.
 - Practicar la respiración artificial inmediatamente.
 - Avisar al médico.
- j) Las cinco reglas básicas contra riesgos eléctricos:
 - 1- Abrir todas las fuentes de tensión.
 - 2- Enclavamiento o bloqueo si es posible, de los aparatos de corte.
 - 3- Reconocimiento de la ausencia de tensión.
 - 4- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
 - 5- Delimitar la zona de trabajo mediante señalización o pantallas aislantes.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA NAVE INDUSTRIAL
CON CÁMARAS FRIGORÍFICAS

DOCUMENTO Nº 7: ANEXO DIALUX

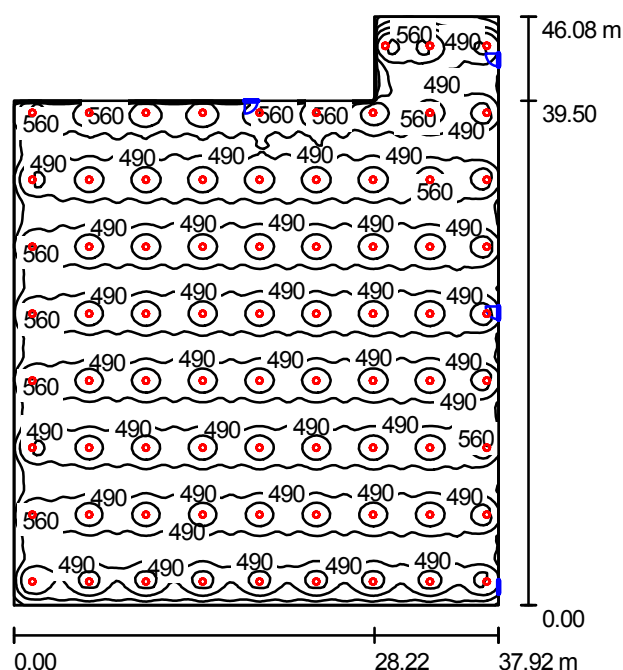
Miguel Ángel Blanco Galbarra

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 17/1/2013

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Resumen



Altura del local: 5.700 m, Altura de montaje: 5.400 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:592

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	507	318	666	0.626
Suelo	20	484	288	542	0.596
Techo	70	100	81	146	0.804
Paredes (6)	50	237	75	1877	/

Plano útil:

Altura: 1.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

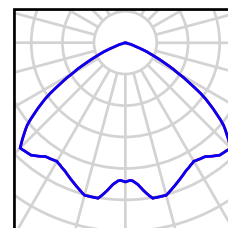
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	75	Philips HPK080 1xHPI-P250W-BU R GC (1.000)	12780	18000	274.0
Total:			958500	1350000	20550.0

Valor de eficiencia energética: $13.16 \text{ W/m}^2 = 2.60 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1561.72 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

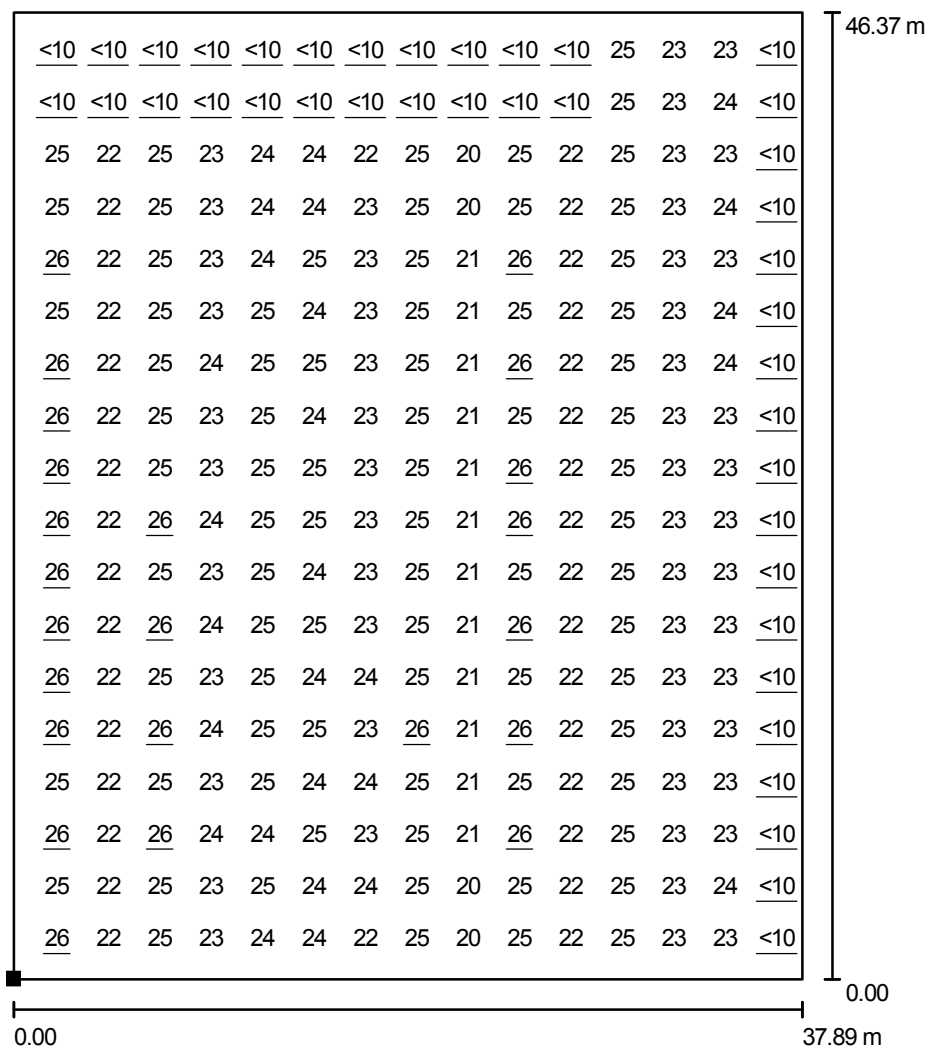
Almacén / Lista de luminarias

75 Pieza Philips HPK080 1xHPI-P250W-BU R GC
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 12780 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 18000 lm
Potencia de las luminarias: 274.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 51 93 100 100 71
Lámpara: 1 x HPI-P250W-BU/743 (Factor de
corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Superficie de cálculo UGR almacén / Gráfico de valores (UGR)



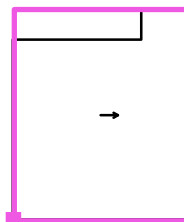
Escala 1 : 363

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(140.737 m, 8.405 m, 1.850 m)



Trama: 37 x 46 Puntos

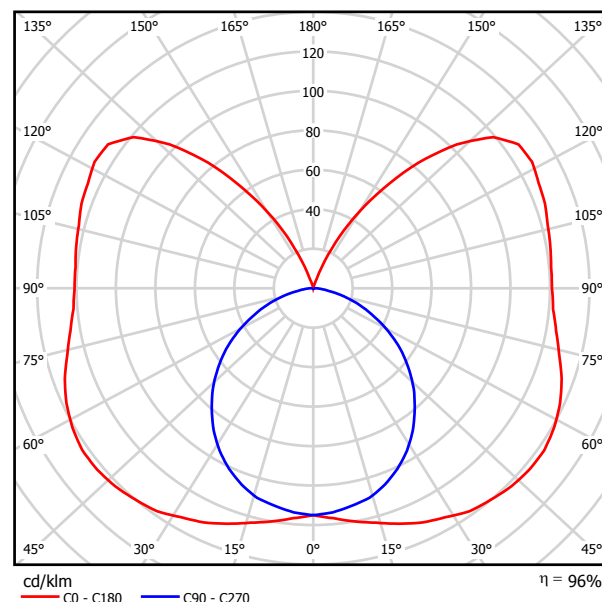
Min
/

Max
26

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TMS022 1xTL-D18W HFS / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



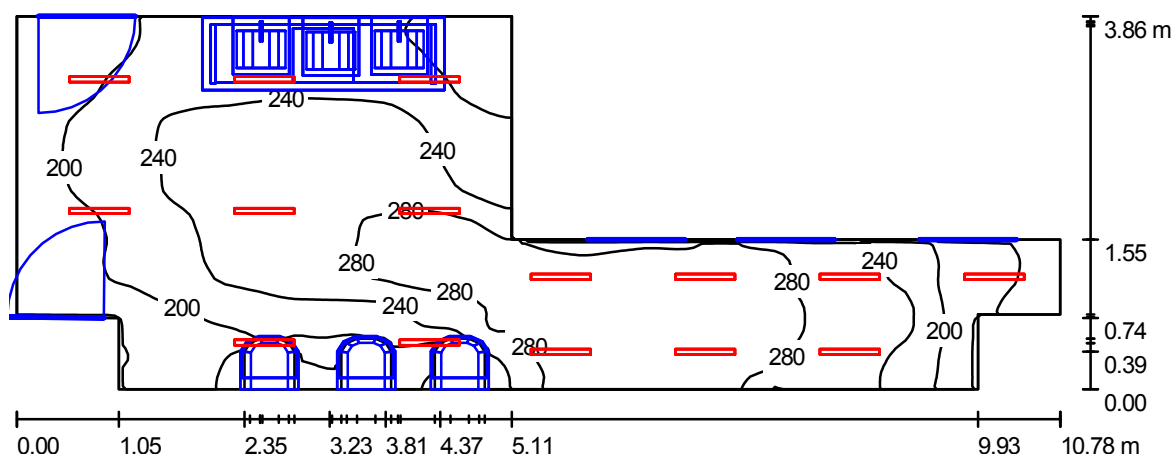
Clasificación luminarias según CIE: 63
Código CIE Flux: 30 58 81 63 96

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.6	19.6	19.3	20.4	21.3	15.8	16.8	16.5	17.6	18.6
	3H	21.0	22.0	21.8	22.8	23.8	17.1	18.1	17.9	18.9	19.9
	4H	22.3	23.2	23.1	24.0	25.0	17.6	18.5	18.4	19.3	20.3
	6H	23.5	24.3	24.3	25.2	26.2	17.9	18.8	18.7	19.6	20.6
	8H	24.1	24.9	24.9	25.7	26.8	18.0	18.8	18.8	19.6	20.7
	12H	24.7	25.5	25.5	26.3	27.4	18.0	18.8	18.8	19.6	20.7
4H	2H	19.1	20.0	19.9	20.8	21.8	17.1	18.0	17.9	18.8	19.8
	3H	21.8	22.6	22.6	23.4	24.5	18.8	19.6	19.6	20.4	21.5
	4H	23.2	23.9	24.1	24.8	25.8	19.5	20.2	20.3	21.0	22.1
	6H	24.6	25.3	25.5	26.1	27.2	19.9	20.5	20.8	21.4	22.5
	8H	25.3	25.9	26.2	26.8	27.9	20.1	20.6	20.9	21.5	22.6
	12H	26.1	26.6	26.9	27.5	28.6	20.1	20.7	21.0	21.6	22.7
8H	4H	23.5	24.1	24.4	24.9	26.1	20.5	21.1	21.4	22.0	23.1
	6H	25.2	25.7	26.1	26.6	27.7	21.3	21.8	22.2	22.7	23.9
	8H	26.1	26.5	27.0	27.4	28.6	21.6	22.1	22.5	23.0	24.1
	12H	27.0	27.4	27.9	28.3	29.5	21.8	22.2	22.8	23.1	24.3
12H	4H	23.5	24.0	24.4	24.9	26.0	20.8	21.3	21.6	22.2	23.3
	6H	25.3	25.7	26.2	26.6	27.8	21.8	22.2	22.7	23.1	24.3
	8H	26.2	26.6	27.2	27.5	28.7	22.2	22.6	23.2	23.6	24.7
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3					
S = 2.0H	+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.7					
Tabla estándar	BK11					BK13					
Sumando de corrección	11.3					6.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1350lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

aseos / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:78

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	237	132	312	0.560
Suelo	20	167	50	226	0.300
Techo	70	306	63	2350	0.206
Paredes (10)	50	214	21	1093	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

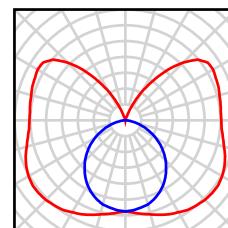
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	Philips TMS022 1xTL-D18W HFS (1.000)	1296	1350	19.0
Total:			19440	20250	285.0

Valor de eficiencia energética: $10.53 \text{ W/m}^2 = 4.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 27.08 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

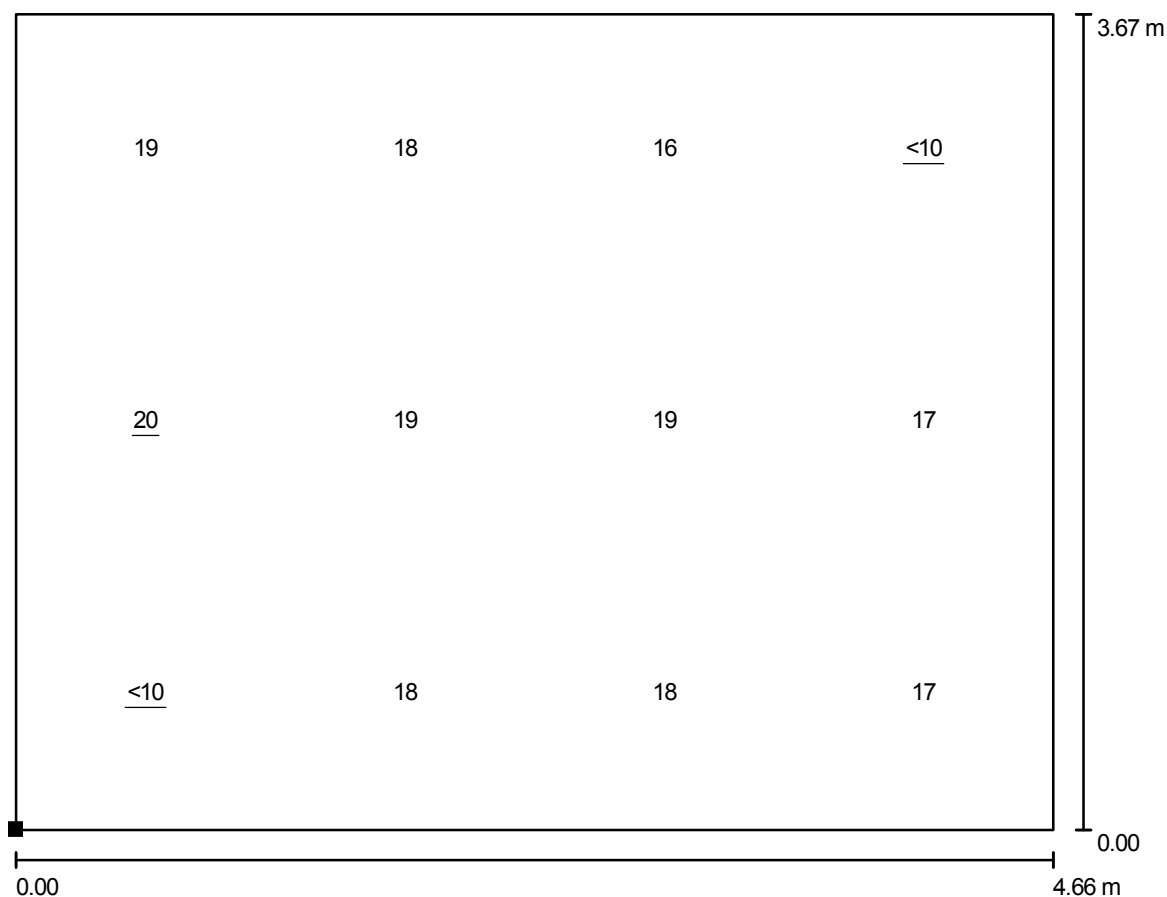
aseos / Lista de luminarias

15 Pieza Philips TMS022 1xTL-D18W HFS
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1296 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1350 lm
Potencia de las luminarias: 19.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 63
Código CIE Flux: 30 58 81 63 96
Lámpara: 1 x TL-D18W/840 (Factor de
corrección 1.000).



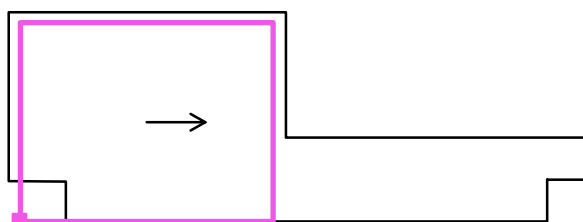
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

aseos / Superficie de cálculo UGR aseos PB(a) / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 34

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(8.718 m, 18.648 m, 1.850 m)



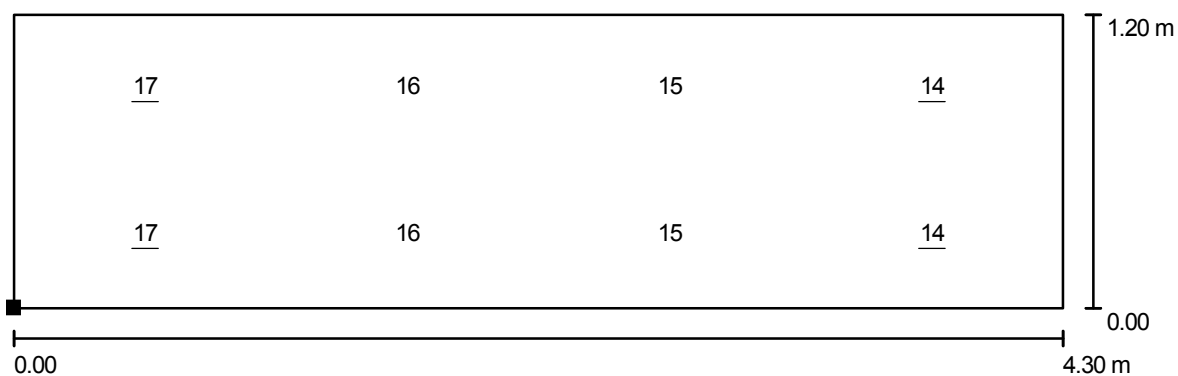
Trama: 4 x 3 Puntos

Min
/

Max
20

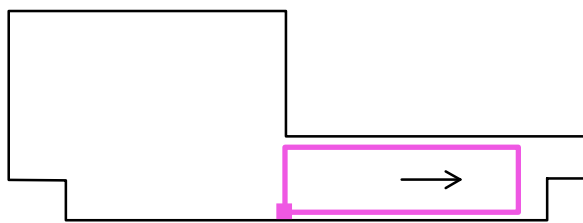
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

aseos / Superficie de cálculo aseos PB (b) / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 31

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(13.600 m, 18.800 m, 1.850 m)



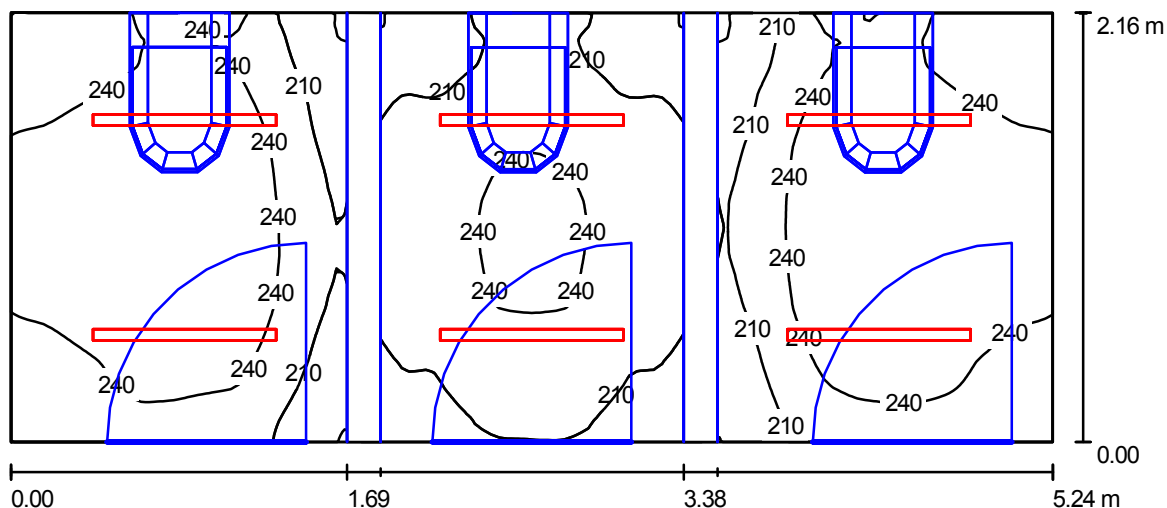
Trama: 4 x 2 Puntos

Min
14

Max
17

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WCs / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	234	162	269	0.694
Suelo	20	114	45	154	0.394
Techo	70	496	42	2739	0.084
Paredes (4)	50	259	22	1033	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TMS022 1xTL-D30W HFS (1.000)	2619	2700	0.0
Total:			15714	16200	0.0

Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/ lx (Base: 11.28 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WCs / Lista de luminarias

6 Pieza

Philips TMS022 1xTL-D30W HFS

N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 2619 lm

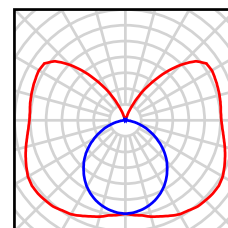
Flujo luminoso (Lámparas): 2700 lm

Potencia de las luminarias: 0.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 64

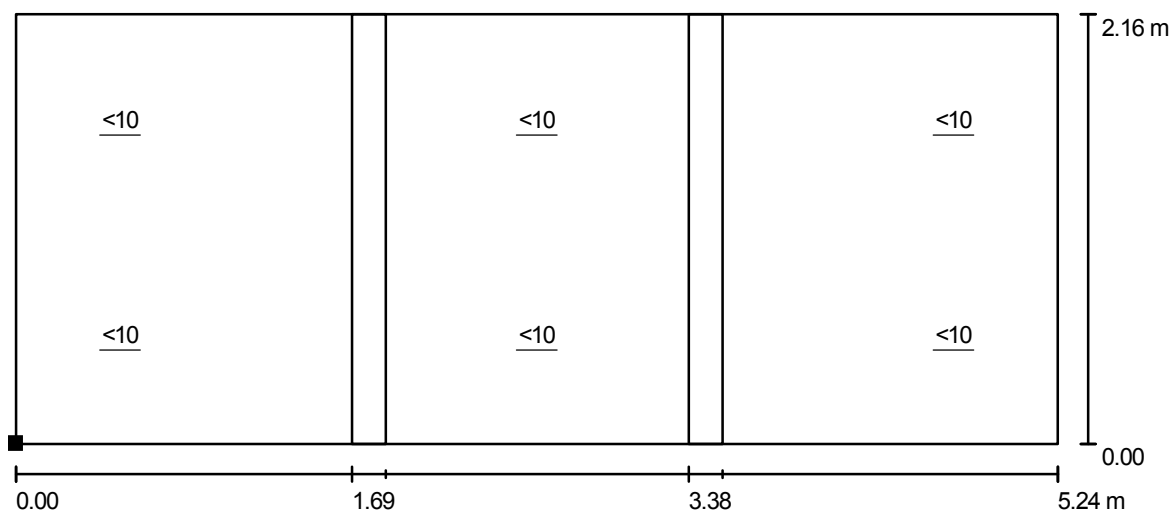
Código CIE Flux: 30 58 81 64 97

Lámpara: 1 x TL-D30W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WCs / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



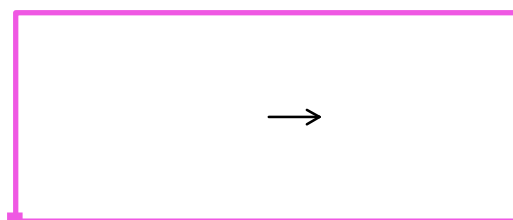
Escala 1 : 38

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(13.892 m, 20.355 m, 1.200 m)



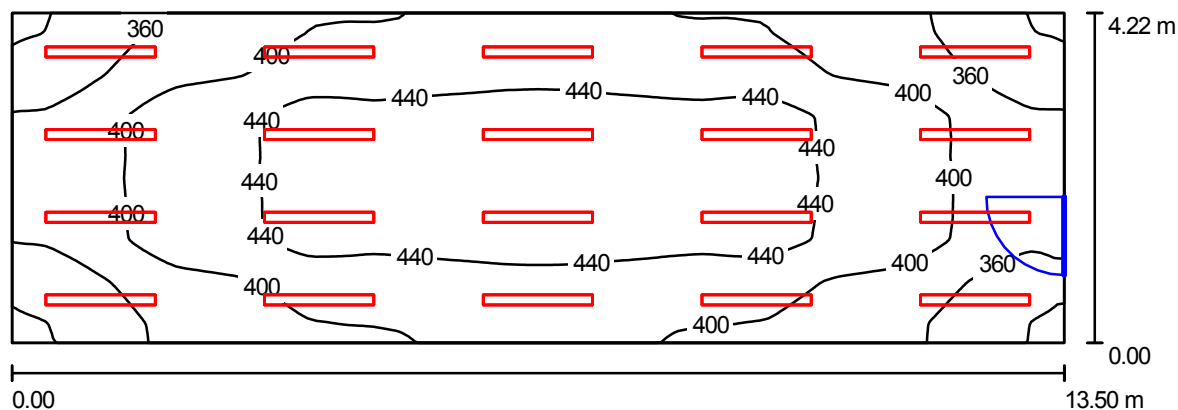
Trama: 5 x 2 Puntos

Min
/

Max
/

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cámara congelación / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:97

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	409	311	466	0.762
Suelo	20	290	231	327	0.797
Techo	70	442	153	1507	0.345
Paredes (4)	50	327	136	1276	/

Plano útil:

Altura: 1.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	Mazda TCW504 1xTL-D36W PC (1.000)	3116	3350	42.5
Total:			62310	67000	850.0

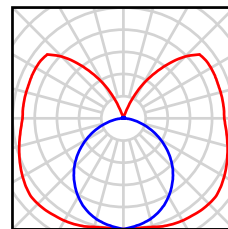
Valor de eficiencia energética: $14.91 \text{ W/m}^2 = 3.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 57.03 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cámara congelación / Lista de luminarias

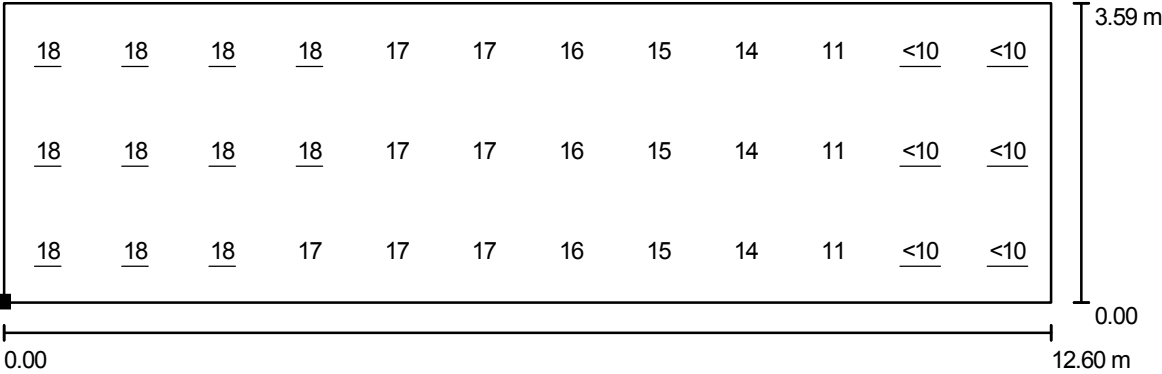
20 Pieza Mazda TCW504 1xTL-D36W PC
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3116 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3350 lm
Potencia de las luminarias: 42.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 64
Código CIE Flux: 31 59 82 64 93
Lámpara: 1 x TL-D36W/840 (Factor de corrección 1.000).





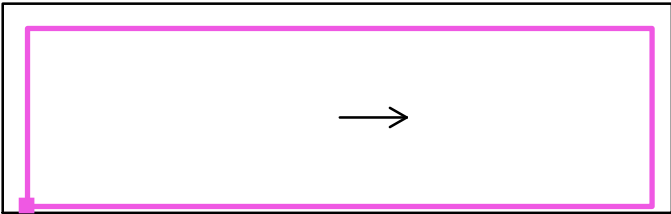
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cámara congelación / Superficie de cálculo UGR Cámara congelación / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 91

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(82.100 m, 49.707 m, 1.850 m)



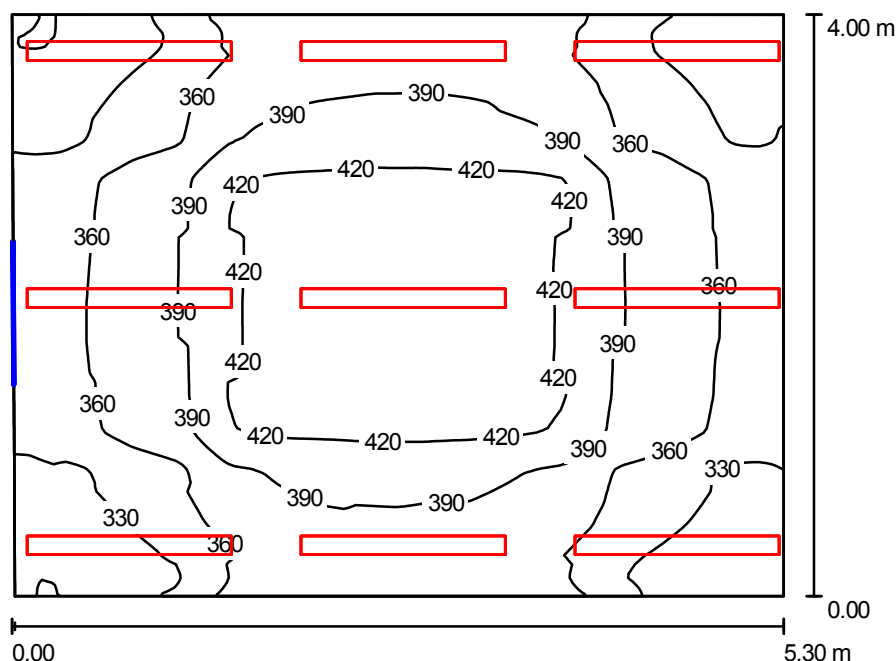
Trama: 12 x 3 Puntos

Min
/

Max
18

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cámara frigorífica / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	376	288	433	0.764
Suelo	20	240	204	263	0.850
Techo	70	507	170	1679	0.335
Paredes (4)	50	332	118	2374	/

Plano útil:

Altura: 1.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

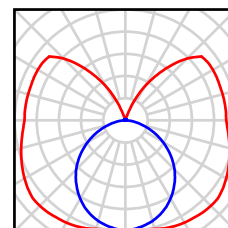
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	Mazda TCW504 1xTL-D36W PC (1.000)	3116	3350	42.5
Total:			28040	30150	382.5

Valor de eficiencia energética: $18.08 \text{ W/m}^2 = 4.81 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.15 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

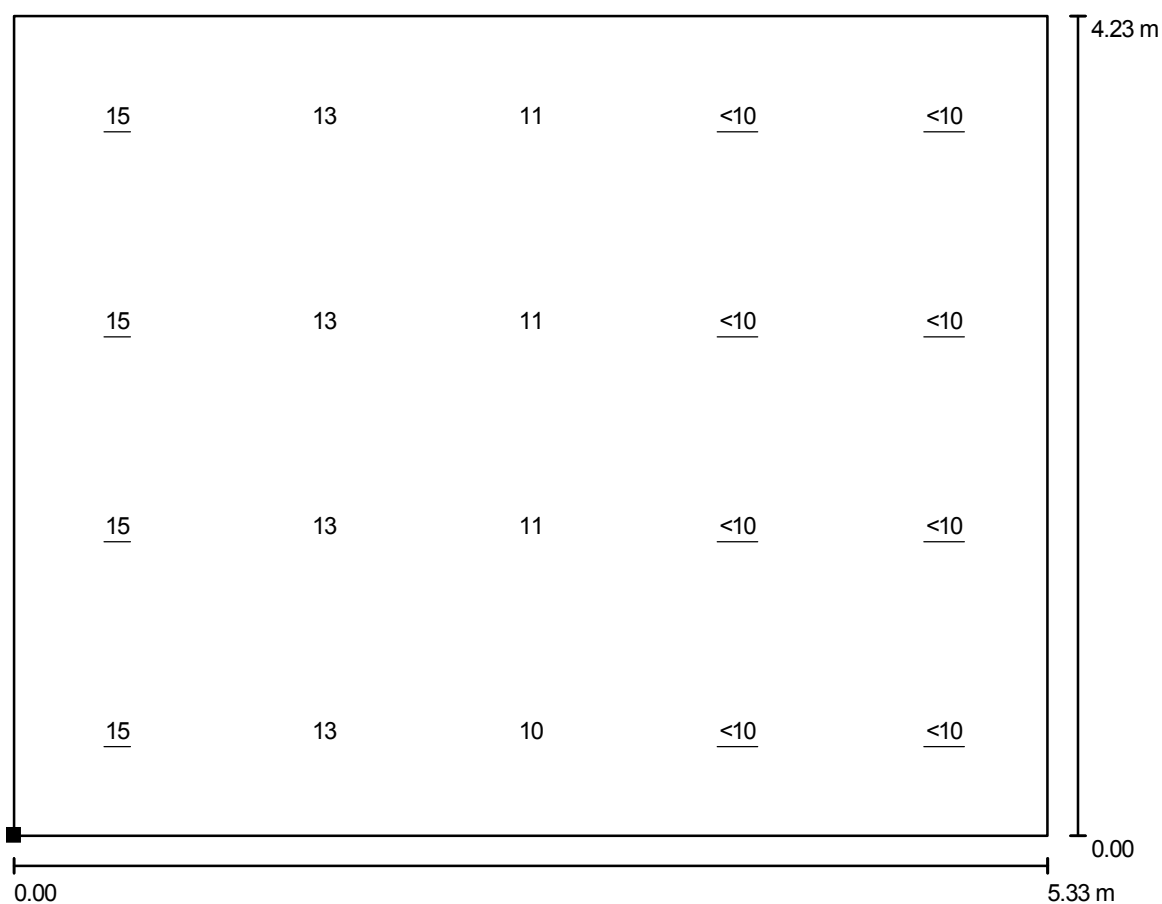
Cámara frigorífica / Lista de luminarias

9 Pieza Mazda TCW504 1xTL-D36W PC
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3116 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3350 lm
Potencia de las luminarias: 42.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 64
Código CIE Flux: 31 59 82 64 93
Lámpara: 1 x TL-D36W/840 (Factor de
corrección 1.000).



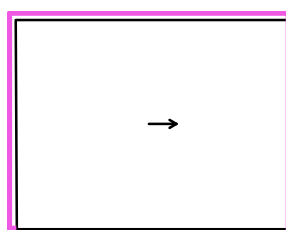
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cámara frigorífica / Superficie de cálculo UGR cámara frigorífica / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 39

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(102.671 m, 49.599 m, 1.850 m)



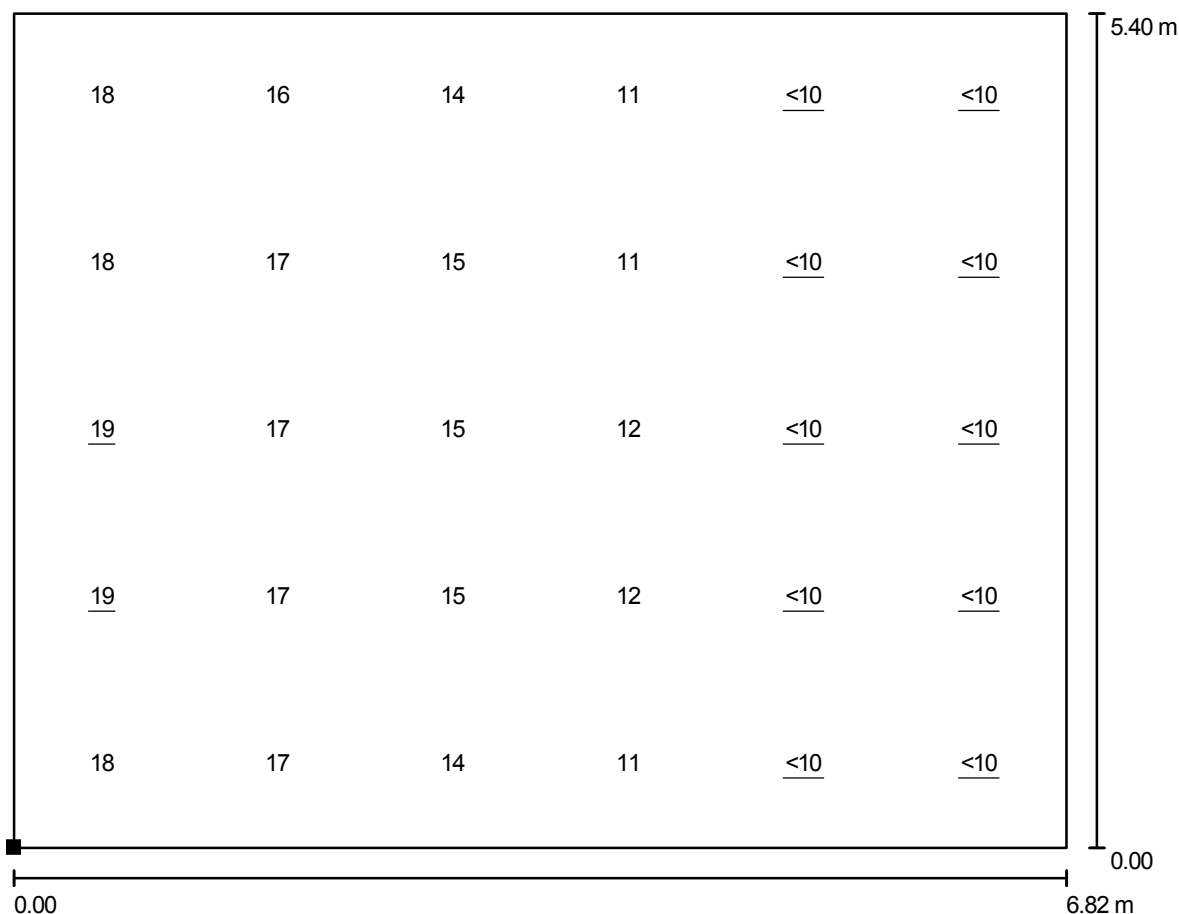
Trama: 5 x 4 Puntos

Min
/

Max
15

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

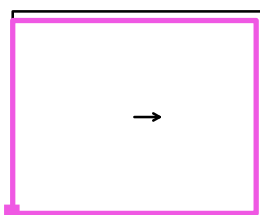
Cámara manipulación / Superficie de cálculo UGR Cámara manipulación / Gráfico de valores (UGR)



Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(95.480 m, 49.000 m, 1.850 m)



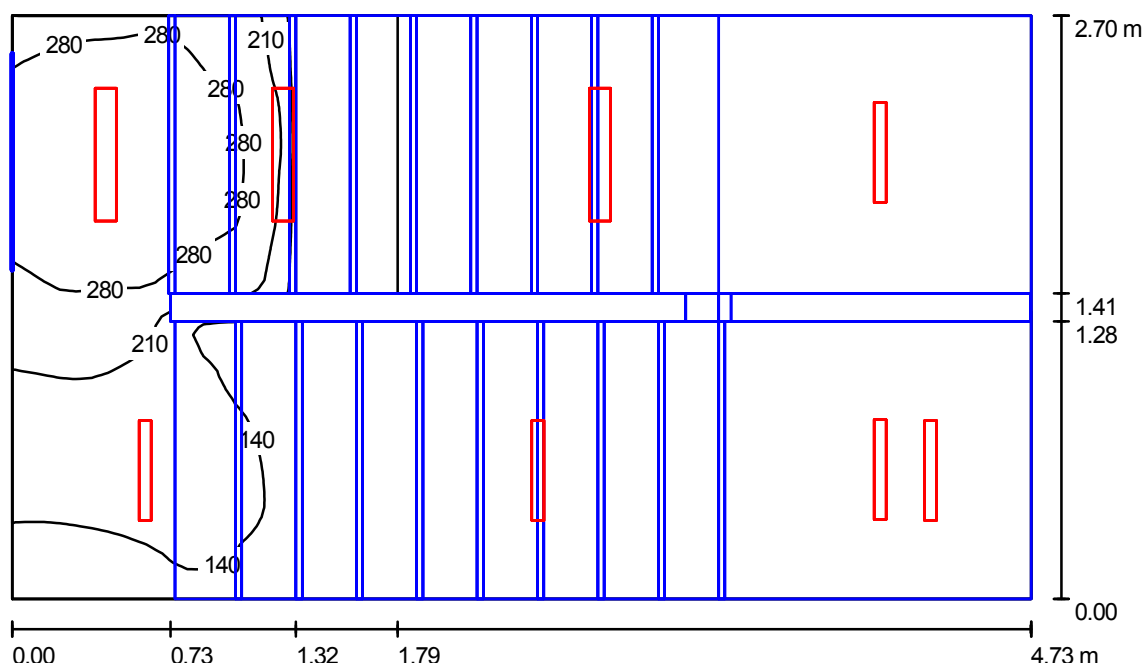
Trama: 6 x 5 Puntos

Min
/

Max
19

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escaleras / Resumen



Altura del local: 5.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:35

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	115	1.51	341	0.013
Suelo	20	55	1.93	169	0.035
Techo	70	165	15	2390	0.093
Paredes (4)	50	131	1.03	1116	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

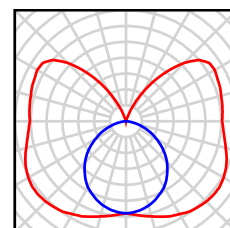
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	Philips TMS022 1xTL-D15W HFS (1.000)	1067	1100	0.0
2	3	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS (1.000)	2538	2700	38.0
Total:			12949	13600	114.0

Valor de eficiencia energética: $8.93 \text{ W/m}^2 = 7.77 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.76 m^2)

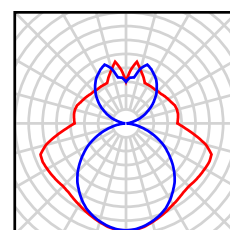
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escaleras / Lista de luminarias

5 Pieza Philips TMS022 1xTL-D15W HFS
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1067 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1100 lm
Potencia de las luminarias: 0.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 63
Código CIE Flux: 30 57 81 63 97
Lámpara: 1 x TL-D15W/840 (Factor de corrección 1.000).

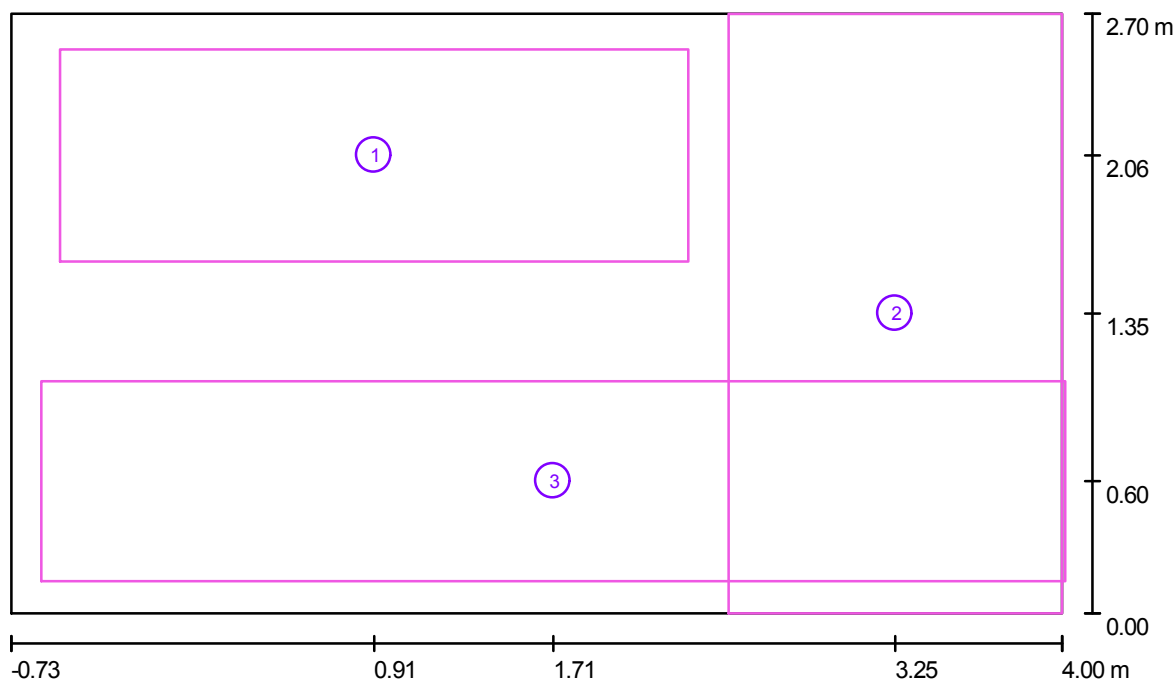


3 Pieza Philips TMS022 2xTL-D18W HFS
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2538 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2700 lm
Potencia de las luminarias: 38.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 64
Código CIE Flux: 35 62 85 64 94
Lámpara: 2 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escaleras / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 34

Lista de superficies de cálculo

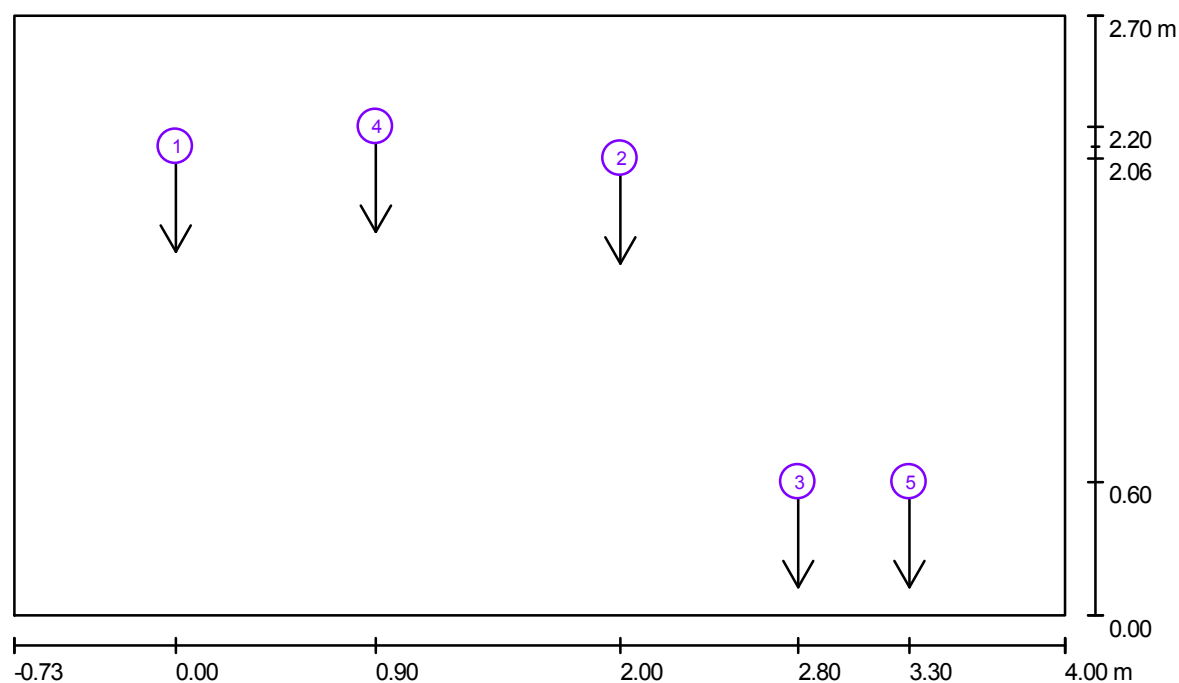
Nº	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo 1	perpendicular	64 x 16	446	301	1023	0.676	0.294
2	Superficie de cálculo 2	perpendicular	32 x 64	259	143	588	0.554	0.244
3	Superficie de cálculo 3	perpendicular	64 x 16	256	143	427	0.558	0.334

Resumen de los resultados

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
perpendicular	3	317	143	1023	0.45	0.14

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escaleras / Observador UGR (sumario de resultados)



Escala 1 : 34

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	0.000	2.111	1.684	-90.0	16
2	Punto de cálculo UGR 1	2.000	2.057	3.500	-90.0	/
3	Punto de cálculo UGR 1	2.800	0.600	1.738	-90.0	/
4	Punto de cálculo UGR 1	0.900	2.200	2.668	-90.0	/

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

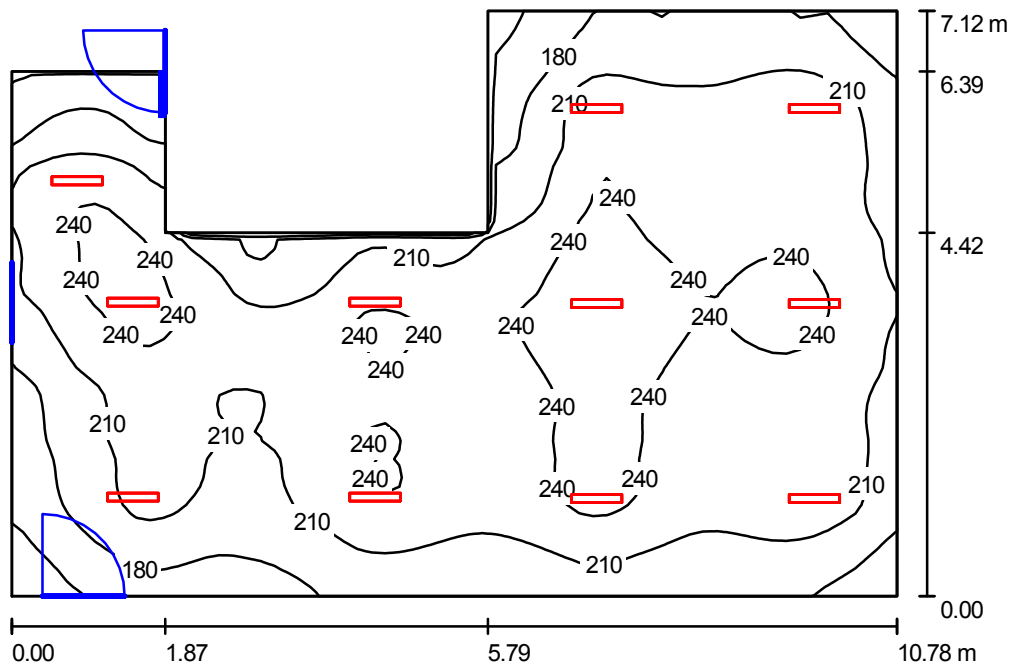
Escaleras / Observador UGR (sumario de resultados)

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
5	Punto de cálculo UGR 1	3.300	0.600	4.500	-90.0	/

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Hall / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:92

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	215	132	263	0.614
Suelo	20	182	99	218	0.542
Techo	70	182	53	7829	0.289
Paredes (8)	50	155	28	456	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

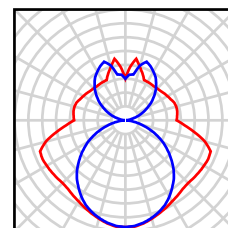
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	11	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS (1.000)	2538	2700	38.0
Total:			27918	29700	418.0

Valor de eficiencia energética: $6.45 \text{ W/m}^2 = 3.00 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 64.78 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

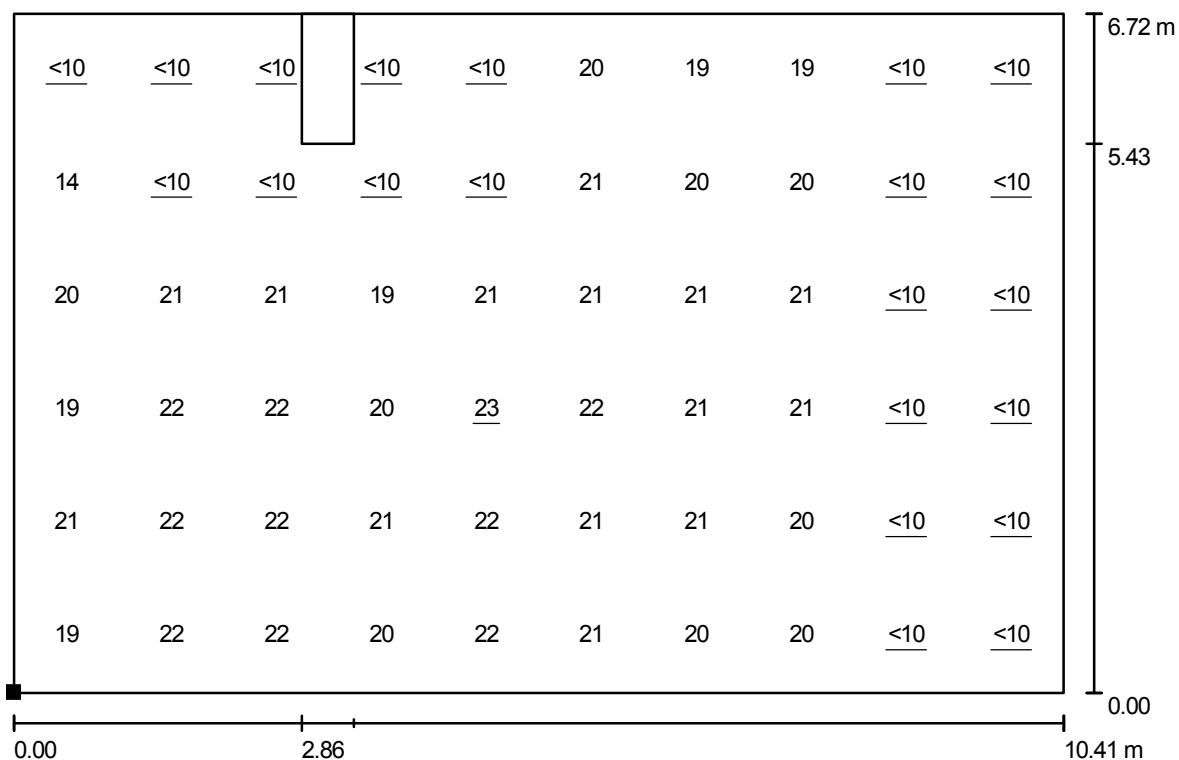
Hall / Lista de luminarias

11 Pieza Philips TMS022 2xTL-D18W HFS
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2538 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2700 lm
Potencia de las luminarias: 38.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 64
Código CIE Flux: 35 62 85 64 94
Lámpara: 2 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



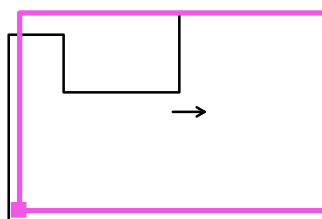
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Hall / Superficie de cálculo UGR Hall PB / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 75

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(8.874 m, 58.300 m, 1.850 m)



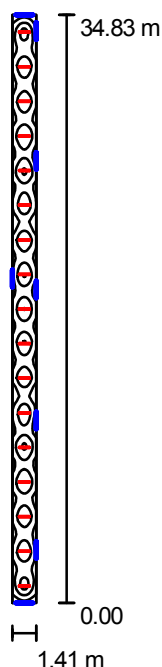
Trama: 10 x 6 Puntos

Min
/

Max
23

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo PB / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:448

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	199	138	247	0.693
Suelo	20	99	75	121	0.755
Techo	70	165	65	1354	0.390
Paredes (4)	50	105	39	214	/

Plano útil:

Altura: 1.850 m
Trama: 16 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

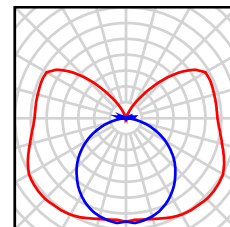
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	17	Philips TMS011 1xTL-D18W HFE (1.000)	1269	1350	0.0
Total:			21573	22950	0.0

Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/ lx (Base: 49.20 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

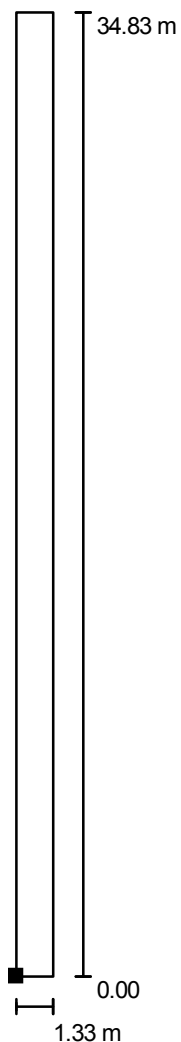
Pasillo PB / Lista de luminarias

17 Pieza Philips TMS011 1xTL-D18W HFE
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1269 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1350 lm
Potencia de las luminarias: 0.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 68
Código CIE Flux: 31 59 82 68 94
Lámpara: 1 x TL-D18W/840 (Factor de
corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo PB / Superficie de cálculo UGR Pasillo PB / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 273

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(8.588 m, 22.790 m, 1.850 m)



Trama: 2 x 34 Puntos

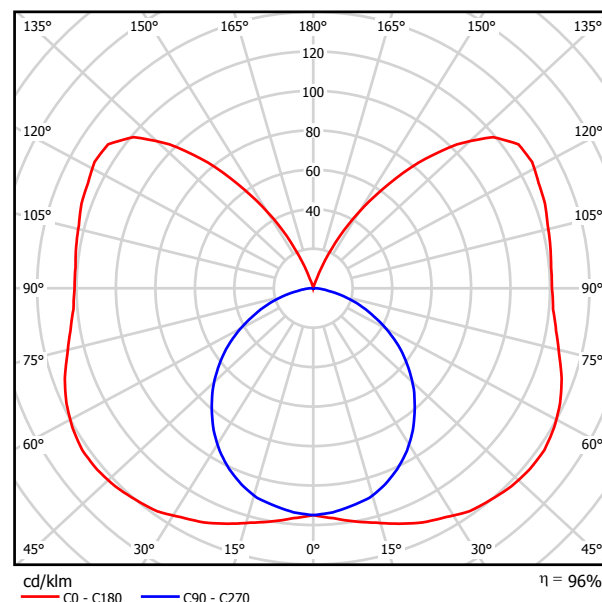
Min
/

Max
/

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TMS022 1xTL-D18W HFS / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



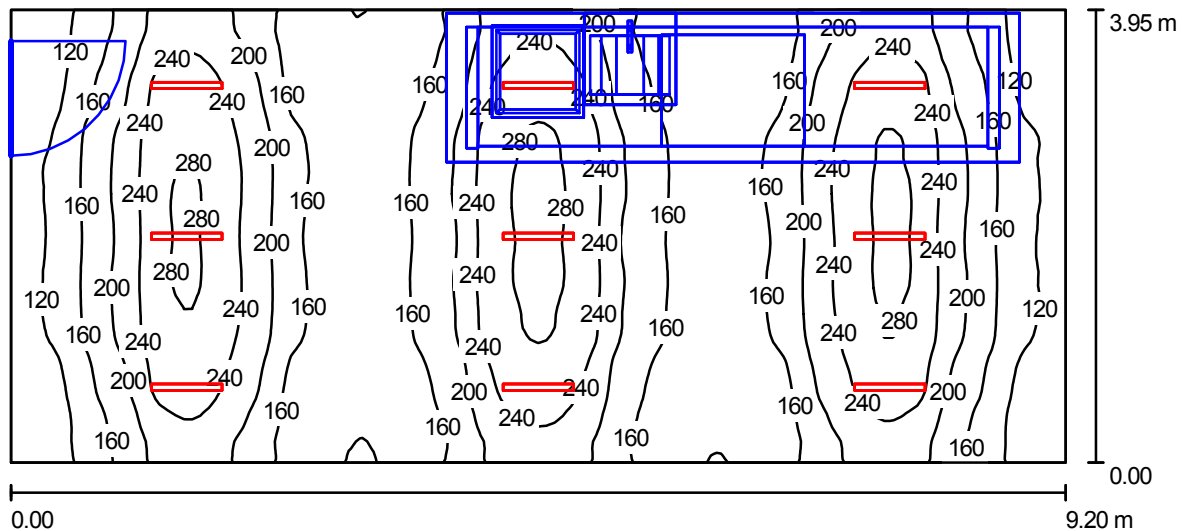
Clasificación luminarias según CIE: 63
Código CIE Flux: 30 58 81 63 96

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.6	19.6	19.3	20.4	21.3	15.8	16.8	16.5	17.6	18.6
	3H	21.0	22.0	21.8	22.8	23.8	17.1	18.1	17.9	18.9	19.9
	4H	22.3	23.2	23.1	24.0	25.0	17.6	18.5	18.4	19.3	20.3
	6H	23.5	24.3	24.3	25.2	26.2	17.9	18.8	18.7	19.6	20.6
	8H	24.1	24.9	24.9	25.7	26.8	18.0	18.8	18.8	19.6	20.7
4H	12H	24.7	25.5	25.5	26.3	27.4	18.0	18.8	18.8	19.6	20.7
	2H	19.1	20.0	19.9	20.8	21.8	17.1	18.0	17.9	18.8	19.8
	3H	21.8	22.6	22.6	23.4	24.5	18.8	19.6	19.6	20.4	21.5
	4H	23.2	23.9	24.1	24.8	25.8	19.5	20.2	20.3	21.0	22.1
	6H	24.6	25.3	25.5	26.1	27.2	19.9	20.5	20.8	21.4	22.5
8H	8H	25.3	25.9	26.2	26.8	27.9	20.1	20.6	20.9	21.5	22.6
	12H	26.1	26.6	26.9	27.5	28.6	20.1	20.7	21.0	21.6	22.7
	2H	23.5	24.1	24.4	24.9	26.1	20.5	21.1	21.4	22.0	23.1
	6H	25.2	25.7	26.1	26.6	27.7	21.3	21.8	22.2	22.7	23.9
	8H	26.1	26.5	27.0	27.4	28.6	21.6	22.1	22.5	23.0	24.1
12H	12H	27.0	27.4	27.9	28.3	29.5	21.8	22.2	22.8	23.1	24.3
	4H	23.5	24.0	24.4	24.9	26.0	20.8	21.3	21.6	22.2	23.3
	6H	25.3	25.7	26.2	26.6	27.8	21.8	22.2	22.7	23.1	24.3
	8H	26.2	26.6	27.2	27.5	28.7	22.2	22.6	23.2	23.6	24.7
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3					
S = 2.0H	+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.7					
Tabla estándar	BK11					BK13					
Sumando de corrección	11.3					6.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1350lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

cocina / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor
mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:66

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	188	95	292	0.504
Suelo	20	94	11	133	0.114
Techo	70	143	42	2214	0.291
Paredes (4)	50	112	11	435	/

Plano útil:

Altura: 1.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	Philips TMS022 1xTL-D18W HFS (1.000)	1296	1350	19.0
Total:			11664	12150	171.0

Valor de eficiencia energética: $4.71 \text{ W/m}^2 = 2.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 36.34 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

cocina / Lista de luminarias

9 Pieza

Philips TMS022 1xTL-D18W HFS

N° de artículo:

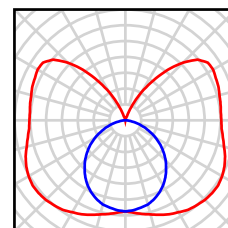
Flujo luminoso (Luminaria): 1296 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 1350 lm

Potencia de las luminarias: 19.0 W

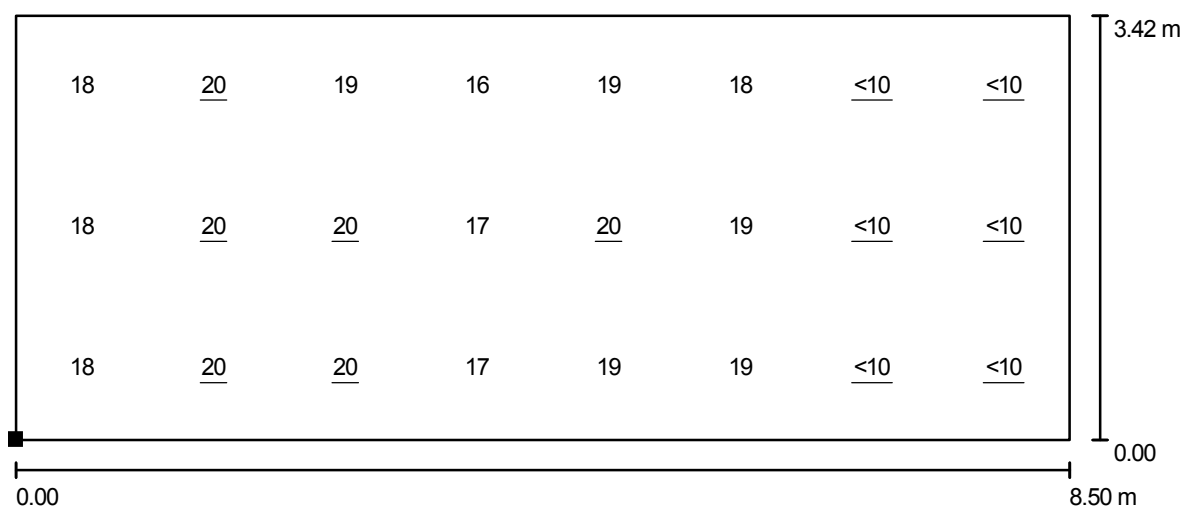
Clasificación luminarias según CIE: 63

Código CIE Flux: 30 58 81 63 96

Lámpara: 1 x TL-D18W/840 (Factor de
corrección 1.000).

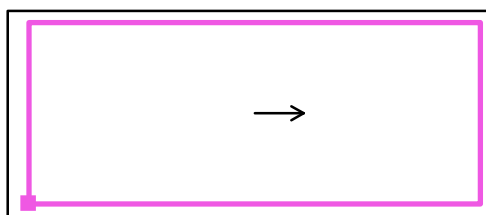
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

cocina / Superficie de cálculo UGR cocina / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 61

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(10.600 m, 23.100 m, 1.850 m)



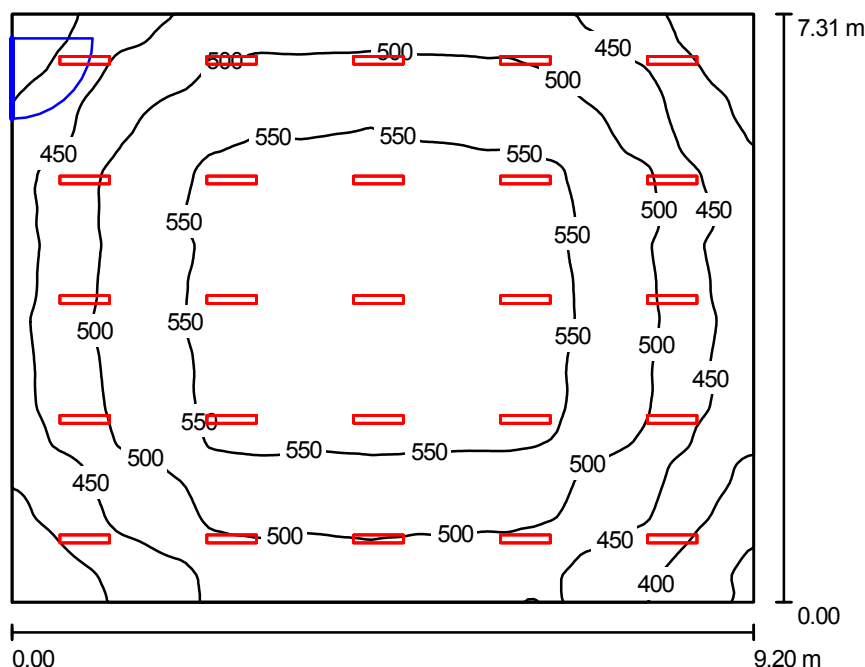
Trama: 8 x 3 Puntos

Min
/

Max
20

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

sala reuniones,ofi1,ofi2,ofi3 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:94

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	502	338	588	0.672
Suelo	20	436	311	513	0.714
Techo	70	394	125	7078	0.317
Paredes (4)	50	371	222	1055	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 26
Pared inferior 24
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

26
24

Tran

21
20

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

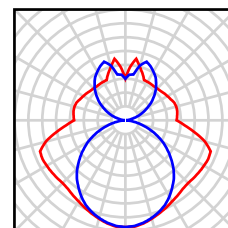
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	25	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS (1.000)	2538	2700	38.0
Total:			63450	67500	950.0

Valor de eficiencia energética: $14.12 \text{ W/m}^2 = 2.81 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 67.28 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

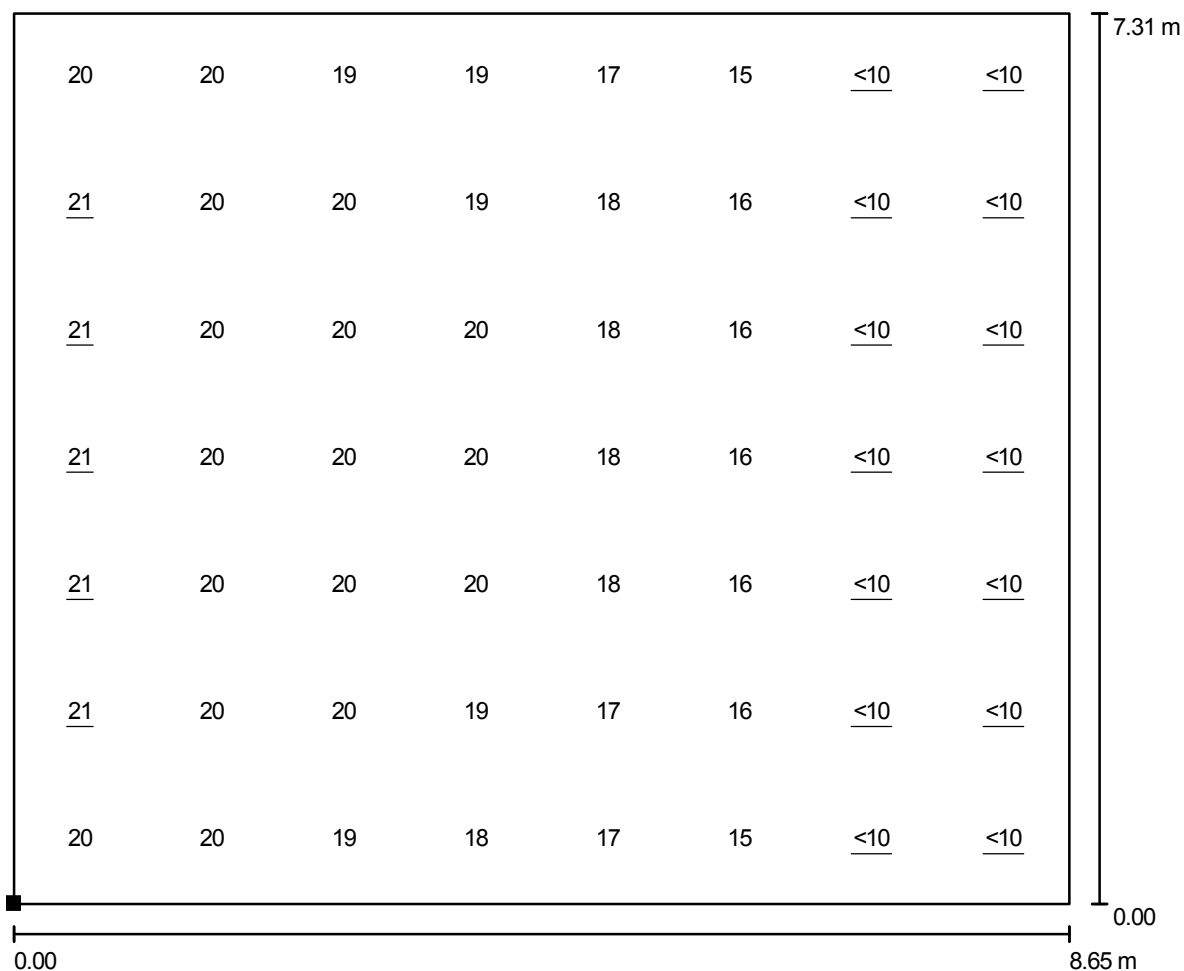
sala reuniones,ofi1,ofi2,ofi3 / Lista de luminarias

25 Pieza Philips TMS022 2xTL-D18W HFS
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2538 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2700 lm
Potencia de las luminarias: 38.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 64
Código CIE Flux: 35 62 85 64 94
Lámpara: 2 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



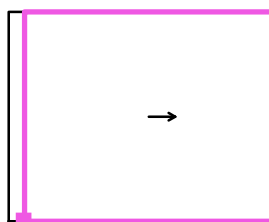
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

sala reuniones,ofi1,ofi2,ofi3 / Superficie de cálculo UGR Sala reuniones PB / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 62

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(10.749 m, 27.153 m, 1.200 m)



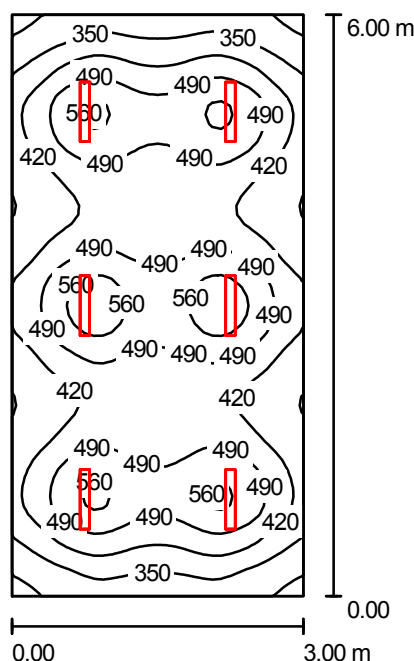
Trama: 8 x 7 Puntos

Min
/

Max
21

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

sala grupo / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:78

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	447	262	602	0.585
Suelo	20	247	194	286	0.784
Techo	70	341	109	5758	0.320
Paredes (4)	50	245	123	646	/

Plano útil:

Altura: 1.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 20
Pared inferior 22
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

20
22

Tran

18
18

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TMS022 2xTL-D18W HFS (1.000)	2538	2700	38.0
Total:			15228	16200	228.0

Valor de eficiencia energética: $12.67 \text{ W/m}^2 = 2.83 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 18.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

sala grupo / Lista de luminarias

6 Pieza

Philips TMS022 2xTL-D18W HFS

N° de artículo:

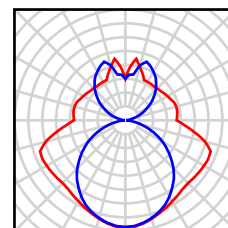
Flujo luminoso (Luminaria): 2538 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 2700 lm

Potencia de las luminarias: 38.0 W

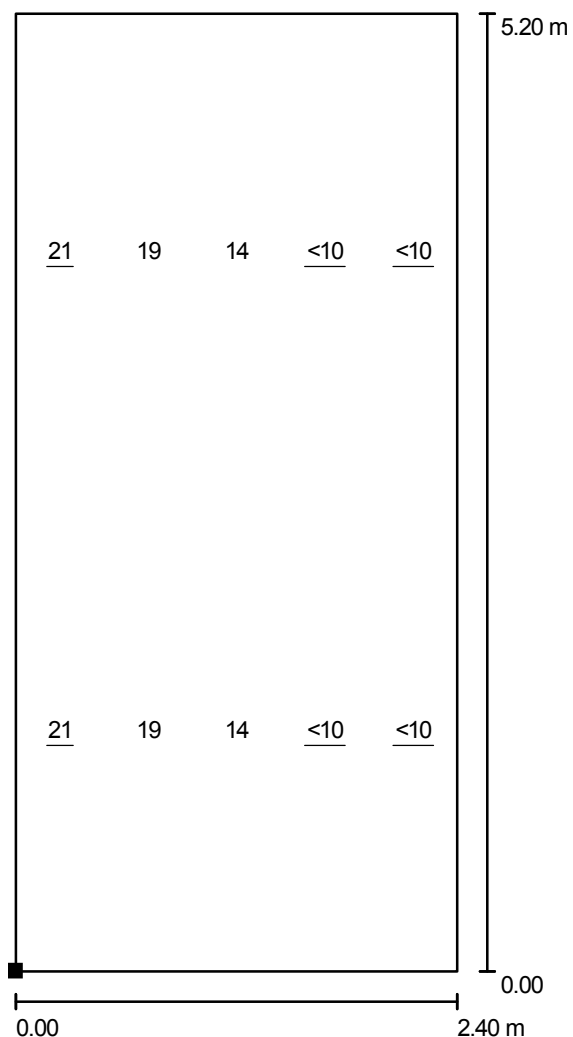
Clasificación luminarias según CIE: 64

Código CIE Flux: 35 62 85 64 94

Lámpara: 2 x TL-D18W/840 (Factor de
corrección 1.000).

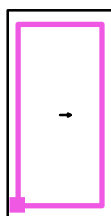
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

sala grupo / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 41

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.300 m, 0.400 m, 1.850 m)



Trama: 2 x 5 Puntos

Min
/

Max
21

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:884

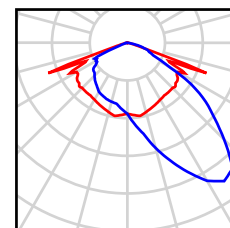
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	22	Philips SGP681 GB 1xCDO-TT70W CR P1 (1.000)	5166	6300	80.0
Total:			113652	Total: 138600	1760.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

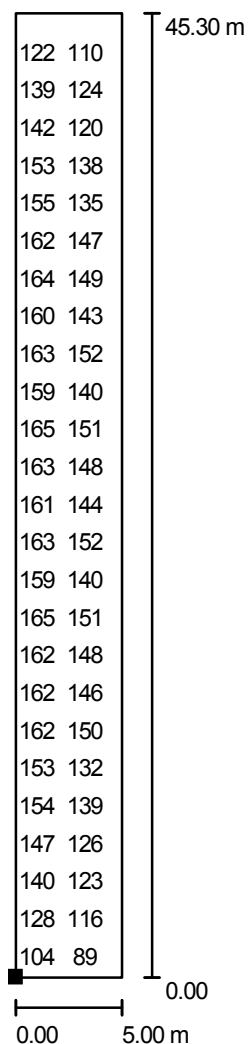
Escena exterior 1 / Lista de luminarias

22 Pieza Philips SGP681 GB 1xCDO-TT70W CR P1
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 5166 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6300 lm
Potencia de las luminarias: 80.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 37 79 99 00 -2147483648
Lámpara: 1 x CDO-TT70W/828 (Factor de
corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Superficie de cálculo 2 / Gráfico de valores (E, perpendicular)

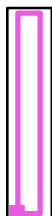


Valores en Lux, Escala 1 : 355

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la
escena exterior:

Punto marcado:
(72.400 m, 8.800 m, 1.850 m)



Trama: 64 x 128 Puntos

E_m [lx]
143

E_{min} [lx]
83

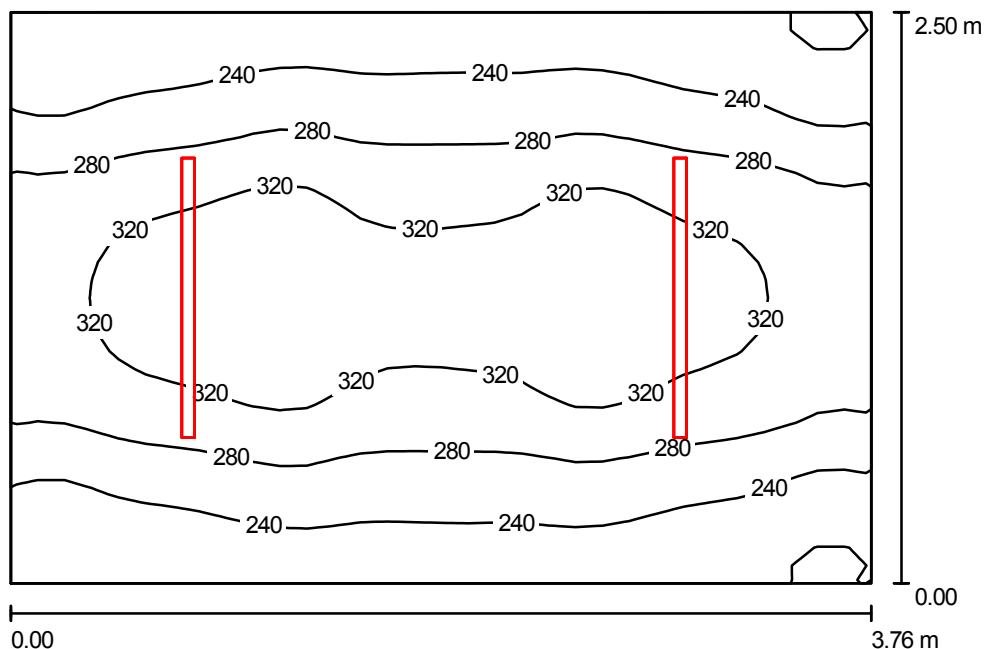
E_{max} [lx]
166

E_{min} / E_m
0.580

E_{min} / E_{max}
0.502

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

CT / Resumen



Altura del local: 3.300 m, Altura de montaje: 3.300 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:33

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	278	186	350	0.670
Suelo	20	130	109	146	0.838
Techo	70	270	82	2404	0.303
Paredes (4)	50	162	66	579	/

Plano útil:

Altura: 1.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TMS022 1xTL-D36W HFS (1.000)	3182	3350	36.0
Total:			6365	6700	72.0

Valor de eficiencia energética: $7.66 \text{ W/m}^2 = 2.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 9.40 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

CT / Lista de luminarias

2 Pieza

Philips TMS022 1xTL-D36W HFS

N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3182 lm

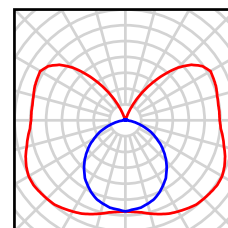
Flujo luminoso (Lámparas): 3350 lm

Potencia de las luminarias: 36.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 64

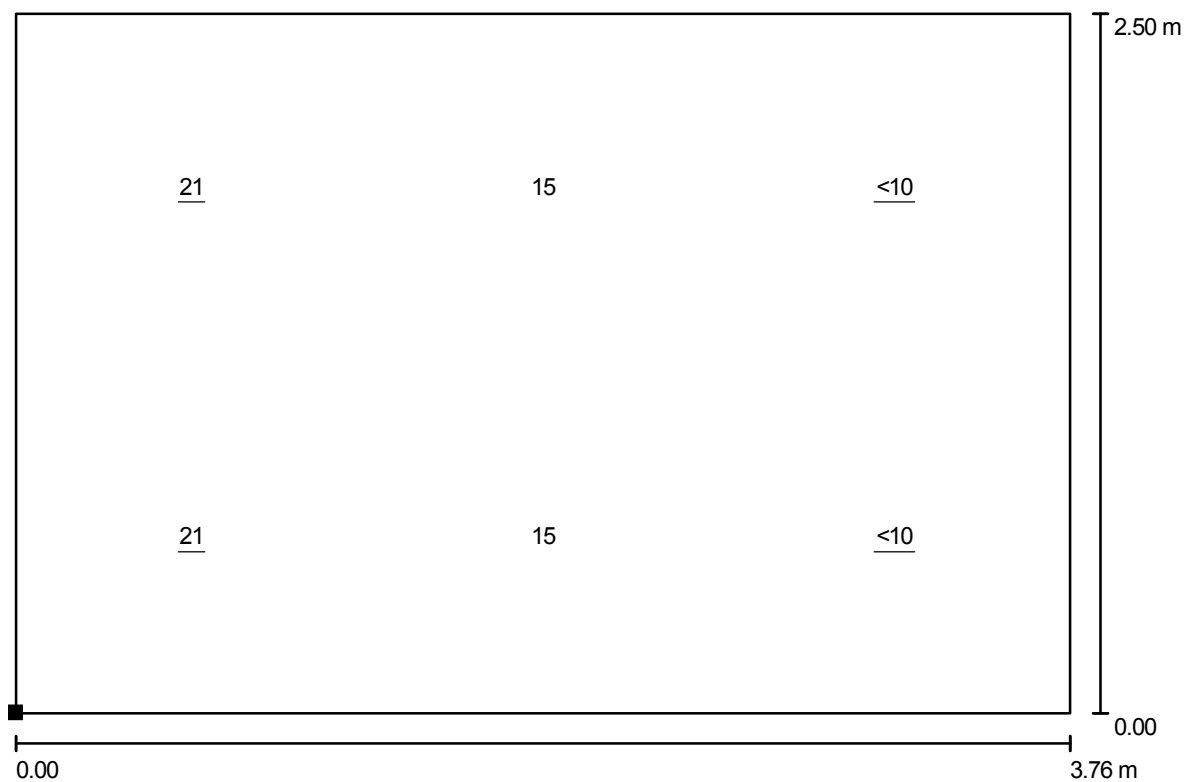
Código CIE Flux: 30 57 81 64 95

Lámpara: 1 x TL-D36W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

CT / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)

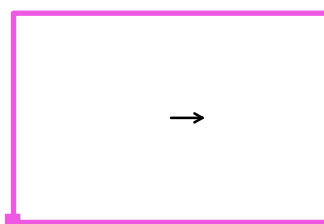


Escala 1 : 27

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(-0.003 m, 0.000 m, 1.850 m)



Trama: 3 x 2 Puntos

Min
/

Max
21